

TUGAS AKHIR - TE 141599

**SISTEM DIAGNOSA STRES DAN REKAM MEDIS DIGITAL
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN
RASPBERRY PI**

Wahyu Irfan Basori
NRP 07111645000013

Dosen Pembimbing
Ir. Tasripan, MT.
Rachmad Setiawan, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TE 141599

**SISTEM DIAGNOSA STRES DAN REKAM MEDIS DIGITAL
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN
RASPERRY PI**

Wahyu Irfan Basori
NRP 07111645000013

Dosen Pembimbing
Ir. Tasripan, MT.
Rachmad Setiawan, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 141599

**STRESS DIAGNOSTIC SYSTEM AND DIGITAL MEDICAL RECORD
BASED INTERNET OF THINGS USING RASPBERRY PI**

Wahyu Irfan Basori
NRP 07111645000013

Advisors
Ir. Tasripan, MT.
Rachmad Setiawan, ST., MT.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Electrical Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“Sistem Diagnosa Stres dan Rekam Medis Digital Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Raspberry Pi”** adalah benar benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2018



Wahyu Irfan B.

Nrp.07111645000013

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**SISTEM DIAGNOSA STRES DAN REKAM MEDIS
DIGITAL BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
MENGUNAKAN RASPBERRY PI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Tasripan, MT.

NIP. 196204181990031004

Rachmad Setiawan, ST., MT.

NIP. 196905291995121001



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

SISTEM DIAGNOSA STRES DAN REKAM MEDIS DIGITAL BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGUNAKAN RASPBERRY PI

Nama : Wahyu Irfan Basori
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Tasripan, MT.
Dosen Pembimbing 2 : Rachmad Setiawan, ST., MT.

ABSTRAK

Stres merupakan respon umum yang dialami oleh tubuh manusia ketika menghadapi suatu kondisi tertentu seperti tertekan. Stres dapat terjadi pada semua rentang usia tetapi pada umumnya stres kebanyakan dialami pada usia dewasa. Jika seseorang mengalami stres, maka tubuh akan melakukan reaksi untuk merespon penyebab stres. Salah satu respon tubuh yang terjadi ketika seseorang mengalami stres adalah detak jantung meningkat dan telapak tangan akan mengeluarkan keringat dingin. Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pembuatan suatu sistem untuk mendiagnosa tingkat kejenuhan dan ketegangan pada manusia dengan metode logika fuzzy, menggunakan beberapa sensor yaitu, sensor suhu untuk mengukur suhu tubuh, *Galvanic Skin Respons (GSR)* yang digunakan untuk mendeteksi konduktifitas kulit dari dua jari tangan dan sensor detak jantung untuk mengetahui seberapa banyak detak jantung yang terjadi dalam satu menit atau *Beat Per Minute (BPM)*. Ketiga penunjukkan nilai sensor akan dikirimkan melalui jaringan *wireless* ke *database* dan proses pengolahan data dengan metode fuzzy dilakukan pada *webserver*. Pengujian terhadap 15 subjek dengan masing – masing subjek 5 kali pengambilan data sensor sistem berhasil mengirim dan menyimpan data di *database* dengan persentase 100%. Dari 15 subjek terdapat 12 subjek dengan hasil diagnosa tingkat stres pada kondisi yang stabil sehingga dapat disimpulkan sistem dapat bekerja dengan presentase $(12/15) \times 100\% = 80\%$. Kemudian hasil pengolahan ketiga sensor ditampilkan pada *website* dan pasien juga dapat melihat hasilnya melalui aplikasi *android*.

Kata kunci : android, *IoT*, Raspberry Pi, rekam medis, stres, *webserver*.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

Stress Diagnostic System And Digital Medical Record Based Internet of Things Using Raspberry Pi

Name : Wahyu Irfan Basori
1st Advisor : Ir. Tasripan, MT.
2nd Advisor : Rachmad Setiawan, ST., MT.

ABSTRACT

Stress is a common response by the human body when faced with certain conditions such as depression. Stress can occur in all age ranges but in general stress is mostly in adulthood. If a person experiences stress, then the body will react to respond to the cause of stress. One of the body responses that occurs when a person experiences stress is an increased heart rate and the palm will release a cold sweat. In this final project, a system to diagnose the degree of saturation and strain in humans using fuzzy logic method, using several sensors, temperature sensors to measure body temperature, Galvanic Skin Response (GSR) used to detect the conductivity of the skin of two fingers and heartbeat sensors to find out how many heartbeats occur in a minute or Beat Per Minute (BPM). The three sensor value assignments will be sent over the wireless network to the database and the data processing with the fuzzy method is performed on the webserver. Testing of 15 subjects with each subject 5 times of system sensor data retrieval successfully send and store data in database with percentage 100%. Of the 15 subjects there were 12 subjects with the diagnosis of stress level in stable condition so that it can be concluded the system can work with percentage $(12/15) \times 100\% = 80\%$. Then the results of processing the three sensors displayed on the website and the patient can also see the results through android application.

Keywords : *android, iot, medical record, raspberry pi, stress, webserver*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir Penulis yang berjudul : **“Sistem Diagnosa Stres dan Rekam Medis Digital Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Raspberry Pi”** secara tepat waktu.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan menyelesaikan jenjang pendidikan S1 pada Bidang Studi Teknik Elektronika, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Pelaksanaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan pihak. Sehingga penulisan mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas karunia, berkah dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan motivasi dan Doa kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini bisa terselesaikan.
3. Bapak Ir.Tasripan, M.T sebagai Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Rachmad Setiawan S.T., M.T sebagai Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen Teknik Elektro ITS-Surabaya.
6. Keluarga Lintas Jalur 2016 yang telah memberikan semangat kepada penulis.
7. Kepada Keluarga Kos Kejawan14 yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Pada Tugas Akhir ini penulis juga menyadari dalam penyusunan buku ini terdapat kekurangan, maka dari itu penulis berharap mendapatkan kritik dan saran yang membangun.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vii
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Dan Sasaran	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Penulisan	4
1.7 Relevansi	4

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Stres	5
2.2 <i>Pulse Sensor</i>	15
2.3 <i>Sensor Galvanic Skin Response</i>	16
2.4 Sensor Suhu Tubuh	17
2.5 Raspberry Pi 3	18
2.6 Logika Fuzzy	19
2.6.1 Himpunan Fuzzy	20
2.6.2 Fungsi Keanggotaan	21
2.7 <i>Webserver</i>	24
2.7.1 <i>Database</i>	24
2.7.2 <i>MySQL</i>	25
2.7.3 <i>Hypertext Preprocessor (PHP)</i>	27
2.7.4 <i>Cascading Style Sheet (CSS)</i>	27
2.7.5 <i>Javascript</i>	27
2.8 Android	28
2.8.1 Android Studio	28
2.8.2 Apache Cordova	29

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM	
3.1 Perancangan Sistem	31
3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras	32
3.2.1 Sensor Suhu Tubuh (DS18B20)	32
3.2.2 Sensor GSR (<i>Galvanic Skin Response</i>)	35
3.2.3 Sensor Detak Jantung (<i>Pulse Sensor</i>)	38
3.2.3.1 Penentuan <i>Sampling Pulse Sensor</i>	40
3.2.3.2 Perhitungan Denyut Jantung	40
3.2.4 Raspberry Pi	42
3.3 Perancangan dan Pembuatan Fuzzy	43
3.4 Perancangan dan Pembuatan <i>Database</i>	50
3.5 Pengiriman Data Sensor ke <i>Database</i>	51
3.6 Perancangan dan Pembuatan Website	52
3.7 Perancangan Android	53
 BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM	
4.1 Pengujian Sensor Suhu	55
4.2 Pengujian Sensor GSR	57
4.3 Pengujian <i>Pulse Sensor</i>	59
4.4 Pengujian Keseluruhan Sensor	61
4.5 Pengujian Website	62
4.5.1 Login Sistem	62
4.5.2 Beranda	63
4.5.3 Tambah User	63
4.5.4 Validasi	64
4.5.5 Halaman GSR	64
4.5.6 Halaman Suhu	65
4.5.7 Halaman Laju Nadi	66
4.5.8 Halaman Diagnosa Stres	66
4.5.9 Halaman Data Semua Pasien	67
4.6 Pengujian Aplikasi Android	68
4.6.1 Login Sistem	68
4.6.2 Beranda	69
4.6.3 Rekam Medis Pasien	69
4.7 Data Hasil Pengujian	71

BAB V PENUTUP	
5.1	Kesimpulan..... 79
5.2	Saran..... 79
DAFTAR PUSTAKA 81	
LAMPIRAN 83	

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penempatan mode transmisi dan refleksi <i>photoplethysmography</i>	15
Gambar 2.2	Variasi Redaman Cahaya oleh Jaringan	16
Gambar 2.3	Pemasangan Sensor GSR.....	17
Gambar 2.4	Sensor Suhu DS18B20	18
Gambar 2.5	GPIO Raspberry Pi 3	19
Gambar 2.6	(a) Himpunan Fuzzy	20
	(b)Himpunan Klasik	20
Gambar 2.7	Representasi Linear Naik.....	22
Gambar 2.8	Representasi Linear Turun.....	22
Gambar 2.9	Kurva Segitiga	23
Gambar 2.10	Representasi Kurva Trapesium.....	23
Gambar 2.11	Android Studio	28
Gambar 2.12	Apache Cordova	29
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem Diagnosa Stres dan Rekam Medis Digital	31
Gambar 3.2	Sensor Suhu DS18B20	32
Gambar 3.3	Konfigurasi Sensor DS18B20.....	33
Gambar 3.4	Alamat one-wire	34
Gambar 3.5	Sensor GSR.....	35
Gambar 3.6	Program Pembacaan Sensor GSR.....	36
Gambar 3.7	Kalibrasi Sensor GSR	37
Gambar 3.8	Program Pengambilan Data ADC Selama 30 Detik	38
Gambar 3.9	Hasil Plot	39
Gambar 3.10	Sampling Pulse Sensor	40
Gambar 3.11	Program Pendeteksi Peak dan Trough	41
Gambar 3.12	Program IBI	41
Gambar 3.13	Perhitungan BPM	42
Gambar 3.14	Konfigurasi Raspberry Pi & MCP3008	42
Gambar 3.15	Diagram Blok Diagnosa Stres.....	44
Gambar 3.16	Fungsi Keanggotaan GSR.....	45
Gambar 3.17	Fungsi Keanggotaan Denyut Jantung	46
Gambar 3.18	Fungsi Keanggotaan Suhu Tubuh.....	46
Gambar 3.19	Fungsi Keanggotaan Tingkat Stres	50
Gambar 3.20	Diagram Blok Pengiriman Data.....	51
Gambar 3.21	Program <i>Python</i> untuk Pengiriman Data	51

Gambar 3.22	Struktur Website	51
Gambar 3.23	Struktur Aplikasi Android	53
Gambar 3.24	Perancangan Aplikasi Menggunakan Android Studio	53
Gambar 4.1	Pengujian Sensor DS18B20.....	55
Gambar 4.2	Grafik Pengujian Sensor DS18B20	56
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Termometer Digital & Sensor DS18B20.....	57
Gambar 4.4	Pengujian Sensor GSR.....	58
Gambar 4.5	Grafik Pengujian Sensor GSR	58
Gambar 4.6	Pengujian <i>Pulse Sensor</i>	59
Gambar 4.7	Hasil Pembacaan Pulse Sensor	59
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan Pulse Oximeter & Pulse Sensor	60
Gambar 4.9	Pengujian Keseluruhan Sensor	61
Gambar 4.10	Pembacaan Keseluruhan Sensor	61
Gambar 4.11	Login Sistem.....	62
Gambar 4.12	Beranda.....	63
Gambar 4.13	Menambahkan User.....	63
Gambar 4.14	<i>Database Data Profil User</i>	64
Gambar 4.15	Validasi.....	64
Gambar 4.16	Halaman GSR.....	65
Gambar 4.17	Halaman Suhu.....	65
Gambar 4.18	Halaman Laju Nadi.....	66
Gambar 4.19	<i>Halaman Diagnosa Stres</i>	67
Gambar 4.20	Halaman Data Semua Pasien	67
Gambar 4.21	Login Sistem Aplikasi Android	68
Gambar 4.22	Beranda Aplikasi Android	69
Gambar 4.23	Tampilan Aplikasi Android	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hormon Pada Tubuh Manusia.....	6
Tabel 3.1	Spesifikasi Sensor DS18B20	33
Tabel 3.2	Spesifikasi Sensor GSR	35
Tabel 3.3	Konfigurasi Pin MCP3008 & Raspberry Pi.....	43
Tabel 3.4	Parameter Tingkat Stres.....	44
Tabel 3.5	Rule Fuzzy.....	48
Tabel 4.1	Pengujian Termometer Digital dan Sensor DS18B20.....	56
Tabel 4.2	Pengujian Pulse Oximeter dan Pulse Sensor.....	60
Tabel 4.3	Hasil Pengujian	71
Tabel 4.4	Persentase Tingkat Stres Setiap Pasien.....	75

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi dan ekonomi membawa perubahan pula pada kehidupan manusia. Perubahan - perubahan tersebut menuntut manusia agar selalu mampu produktif dan hidup kompetitif, kondisi tersebut membuat seseorang dalam suatu keadaan jenuh, dan tertekan dalam hidupnya sehingga dapat menyebabkan stres, yang dikarenakan sulitnya menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan[1].

Stres dapat mempengaruhi kesehatan seseorang, berikut ini adalah beberapa penyakit yang dapat timbul karena stres.

- Sistem kardiovaskuler yaitu serangan jantung, tekanan darah tinggi, *angina*, *arrhythmia*, dan *migraine*.
- Sistem pencernaan yaitu tukak, radang usus besar, sembelit, diare dan penyakit gula.
- Sistem kekebalan meliputi infeksi, alergi, otoimunitas dan kanker.
- Sistem skeletal-muskular (rangka tubuh dan otot-otot) yaitu sakit punggung, sakit kepala, dan rematik[2].

Stres dapat mempengaruhi respon fisiologi tubuh sehingga dapat diukur dan dianalisa tingkat stres seseorang, seperti detak jantung dan konduktifitas kulit atau disebut juga galvanic skin response[3]. Peningkatan aplikasi berbasis *IoT* pada bidang kesehatan perlu dikembangkan agar dapat memfasilitasi praktek di bidang kesehatan seperti pengumpulan data sensor, pencatatan dan diagnosa suatu penyakit[4]. Permasalahan yang melatar belakangi tugas akhir ini adalah sistem yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat stres masih manual yaitu menggunakan semacam kuisioner, dan rekam medis pasien yang ada masih banyak yang berupa dokumen kertas maka pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pembuatan alat untuk diagnosa tingkat stres dengan memanfaatkan beberapa sensor meliputi sensor suhu, sensor konduktansi kulit dan sensor detak jantung. Hasil pembacaan sensor akan disimpan dalam bentuk rekam medis digital, rekam medis digital dapat diakses melalui website dan aplikasi android.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana mendiagnosa tingkat stres menggunakan beberapa sensor.
2. Diagnosa stres menggunakan ketiga sensor dan mengintegrasikannya dengan *database*.
3. Bagaimana membuat sistem rekam medis pasien digital berbasis *IoT*.

1.3 BATASAN MASALAH

Pada pengerjaan tugas akhir ini, permasalahan dibatasi pada :

1. Pengujian sistem tidak dilakukan pada seseorang setelah berolahraga atau beraktivitas berat.
2. Rentang usia sampel pengukuran remaja akhir (17-25 tahun) dan dewasa awal (26-35 tahun).
3. Parameter pengujian yang meliputi detak jantung, konduktansi kulit dan suhu tubuh pada subjek pengujian laki-laki dan perempuan dianggap sama.
4. Waktu (pagi, siang, malam) pengambilan data tidak diperhitungkan.
5. Semua subjek atau pasien dianggap normal/sehat.

1.4 TUJUAN DAN SASARAN

1. Mengumpulkan data dari setiap parameter sensor yang nantinya dapat diambil satu keputusan tingkat stres.
2. Membuat sistem rekam medis yang terintegrasi dengan *database IoT*.
3. Mendiagnosa tingkatan stres pada manusia dan menampilkan hasilnya menggunakan *IoT*.

1.5 METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini meliputi:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini diadakan studi literatur mulai dari pengambilan dan pengumpulan data-data serta dasar teori penunjang yang digunakan sebagai referensi dalam penyelesaian tugas akhir.

Dalam proses perancangan dan pengujian sistem, studi literatur yang digunakan adalah yang berkaitan mengenai sensor dan Raspberry Pi yang akan digunakan. Literatur didapatkan dari buku-buku, makalah-makalah, internet dan beberapa forum diskusi.

2. Perencanaan Sistem

Setelah mempelajari literatur dan materi-materi yang telah didapatkan, dimulailah perencanaan sistem. Dari sini dapat diketahui runtutan atau langkah-langkah yang dikerjakan di dalam tugas akhir ini.

3. Pembuatan *Hardware*

Pada tahap ini yang dilakukan adalah pembuatan *hardware* yaitu membuat rangkaian sensor – sensor yang meliputi *pulse sensor*, sensor suhu dan GSR sensor serta Raspberry Pi yang merupakan *single board computer* yang digunakan untuk membaca nilai sensor dan mengirimkan hasil data pembacaan sensor ke *webserver*.

4. Pembuatan *Software*

Pada tahap ini yang dilakukan adalah membuat *software* yang digunakan untuk mengolah hasil pembacaan sensor-sensor dengan menggunakan metode logika fuzzy, menampilkan hasil pengolahan yang berupa kondisi status stres pasien pada *interface website* dan aplikasi *android*.

5. Pengujian dan Analisa

Pengujian dan analisa dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana alat yang dibuat pada tugas akhir ini dapat berfungsi sesuai dengan proses sistem yang diharapkan dan sesuai dengan tujuan dari tugas akhir ini.

6. Kesimpulan

Dibuat kesimpulan dari pengujian sistem tugas akhir dengan membandingkan apakah hasilnya seperti yang diharapkan pada tujuan tugas akhir.

7. Pembuatan Laporan

Membuat dokumentasi dari semua tahapan proses diatas berupa laporan yang berisi tentang dasar teori dan hasil tugas akhir ini.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika pembahasan dari tugas akhir ini direncanakan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sasaran, metodologi, serta sistematika pembahasan dari tugas akhir ini.

BAB II : TEORI PENUNJANG

Bab ini membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penyelesaian tugas akhir yang didapatkan dari berbagai macam buku serta sumber-sumber terkait yang berhubungan dengan pembuatan tugas akhir ini.

BAB III: PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Bab ini membahas mengenai perancangan dan pembuatan sistem, meliputi *hardware* dan *software*.

BAB IV: PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Bab ini menyajikan dan menjelaskan keseluruhan dari sistem, mulai dari proses pengujian dan hasil pengujian yang didapatkan. Kemudian berdasarkan data hasil pengujian akan dilakukan analisa terhadap keseluruhan untuk dijadikan kesimpulan tugas akhir ini.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari uji coba sistem yang dibuat meliputi *hardware* dan *software* untuk dijadikan pengembangan, perbaikan serta penyempurnaan terhadap aplikasi yang telah dibuat.

1.7 RELEVANSI

Mata kuliah yang mendukung penelitian ini adalah Teknik akuisisi data, Instrumentasi dan elektronika biomedik, serta Sensor dan Aktuator. Hasil akhir penelitian ini berupa sistem yang dapat mendiagnosa tingkat stres seseorang dan rekam medis digital, diharapkan sistem ini dapat bermanfaat dalam bidang kesehatan.

BAB II

TEORI PENUNJANG

Dalam penyelesaian tugas akhir ini diperlukan beberapa teori penunjang yang nantinya digunakan sebagai dasar atau acuan dalam pembuatan sistem. Berikut ini adalah beberapa teori penunjang tersebut.

2.1 Stres

Stres atau ketegangan merupakan suatu respon tubuh manusia yang terjadi ketika menghadapi suatu kondisi tertentu, seperti kondisi tertekan. stres umumnya timbul karena pikiran dan tubuh bersama-sama membuat kesalahan yang sama, yang disebabkan oleh aksi dan reaksi fisiologis yang mengacaukan hubungan antara sel-sel, jaringan, organ dan sistem dalam tubuh, jika suatu penyesuaian terjadi hal ini menuntut satu penyelesaian lagi dan seterusnya. Dalam proses ini sistem *neuro-endrokrinlah* yang memegang peran utama[2].

Stres akan menimbulkan respon, respon yang dialami mengandung dua komponen, yaitu komponen psikologis, yaitu meliputi: perilaku, pola pikir, emosi dan perasaan tertekan. komponen fisiologis berupa rangsangan-rangsangan fisik yang meningkat, seperti: jantung berdebar-debar, mulut menjadi kering, perut mules, badan berkeringat. Respon-respon psikologis dan fisiologis terhadap stresor ini disebut juga *strain* atau ketegangan[5].

Stres dapat menghasilkan perubahan fisiologis dan psikologis yang mengakibatkan berkembangnya suatu penyakit. Hubungan antara rasa stres dengan rasa sakit ditandai dengan proses pelepasan hormon, khususnya hormon *catecholamines* dan *corticosteroids*, yang dilepas oleh rangsangan sistem kardiovaskuler. Contoh, bila tingkat hormon ini sangat tinggi, maka dapat menyebabkan jantung berdebar-debar sangat kencang sehingga dapat menyebabkan kematian yang tiba-tiba[5].

Hormon adalah zat kimia yang dihasilkan organ dalam tubuh manusia yaitu dari kelenjar endokrin yang berguna untuk dapat membantu dalam memicu fungsi organ yang ada di dalam tubuh. Hormon secara otomatis dihasilkan oleh tubuh yang berfungsi sebagai pemacu gerak organ yang ada di dalam tubuh dan sebagai proses pertumbuhan, reproduksi, metabolisme, kekebalan tubuh serta pengaturan pola hidup manusia.

Tabel 2.1 Hormon Pada Tubuh Manusia[7]

No	Hormon	Keterangan
1	Adiponektin (Acrp30)	Jenis protein yang berasal dari jaringan adipose atau lemak yang ada di dalam tubuh. Fungsinya adalah Mengontrol sebagian proses dalam metabolisme seperti regulasi glukosa dan katabolisme lipid, lalu membantu dalam mencegah penyakit misalnya seperti aterosklerosis, obesitas, penyakit hati berlemak non-alkohol (NAFLD) , diabetes tipe-2 dll.
2	Aldesteron (Hormon steroid)	Adalah bagian luar dari korteks adrenal kelenjar adrenal. Berfungsi untuk mendorong reabsorpsi natrium di dalam ginjal dan dapat meningkatkan volume darah, sehingga pelepasan kalium dan hidrogen dapat melalui ginjal, meningkatkan kadar retensi air dan kenaikan tingkat tekanan dalam darah.
3	Androstenedion (4-androstenedion dan 17-ketoestosterone)	Berada di Kelenjar adrenal dan gonad. Berfungsi sebagai pendorong produksi estrogen di sel granulosa dengan cara menyediakan substrat androstenedion.
4	Hormon antidiuretik (ADH) (Vasopresion arginine vasopressin)	Berada dalam hipofisis posterior. Berfungsi mengeluarkan ACTH di hipofisis anterior, dapat menyebabkan vasokonstriksi

Lanjutan **Tabel 2.1**

No	Hormon	Keterangan
		sampai ke tingkat menengah, dan dapat menyebabkan retensi air dalam ginjal.
5	Angipstensinogen dan angiotensin (AGT)	Berada di hati. Berfungsi mengeluarkan aldosteron dari korteks adrenal dipsogen, dan dapat menyebabkan vasokonstriksi atau penyempitan pembuluh darah
6	Hormon adrenokortikotropik (ACTH)	Terdapat di dalam komponen dari sumbu hipotalamus – hipofisis-adrenal hipofisis anterior. Berfungsi meningkatkan penyerapan lipoprotein ke dalam sel kortikal sehingga dapat lebih banyak kolesterol yang tersedia untuk dapat sel-sel korteks adrenal. Dapat mendorong pengangkutan kolesterol di dalam mitokondria dan dapatmerangsang hidrolisis. Hal ini yang dapat memainkan peran dalam sintesis dan sekresi gluco serta mineral kortikosteroid dan steroid androgenic.
7	Antimullerian hormone (AMH) (sejenis protein, juga dikenal sebagai factor penghambat mullerian (IMF))	Terdapat di dalam testis. Berfungsi sebagai pembatasan sekresi prolaktin dan TRH dari hipofisis anterior, dan dapat menghambat perkembangan saluran mullerian ke dalam rahim
8	Atrial-natriuretic peptide (ANP) (Atriopeptin)	Terdapat di dalam jantung. Berfungsi meningkatkan laju filtrasi glomerulus (GFR), yang

Lanjutan Tabel 2.1

No	Hormon	Keterangan
		mengarah ke ekskresi besar membawa natrium dan air, dan meningkatkan pelepasan asam lemak yang berasal dari jaringan adipose
9	Brain natriuretic peptide (BNP) (Tipe B peptide natriuretik)	Berasal dari jantung. Berfungsi untuk menurunkan tekanan darah karena dapat membantu dalam mengurangi resistensi pembuluh darah sistemik, dan dapat menurunkan tingkat darah air, sodium dan lemak
10	Calcidiol (25-Hidroksivitamin D3 atau bentuk tidak aktif vitamin D3)	Berasal dari kulit/tubulus proksimal ginjal. Berfungsi untuk mengetahui status vitamin D, dan dapat mendorong penyerapan kalsium di usus
11	Kalsitonin (CT) (Bentuk aktif dari vitamin D3)	Terdapat di dalam kelenjar tiroid. Berfungsi menurunkan kadar kalsium darah dengan cara menghambat penyerapan kalsium di dalam usus, dan menghambat penyerapan kalsium di dalam ginjal sehingga dapat mempromosikan ekskresi kalsium yang melalui urin hal ini dapat mencegah aktifitas osteoklas yang berada di tulang dan berperan dalam regulasi vitamin.
12	Cholecystokinin (CCK) (hormon peptide)	Terdapat di duodenum (usus 12 jari, bagian awal usus kecil). Berfungsi mendorong pelepasan enzim di dalam pencernaan di

Lanjutan **Tabel 2.1**

No	Hormon	Keterangan
		pancreas dan empedu di kantong empedu, berperan aktif dalam menekan kelaparan untuk toleransi obat yang bertanggung jawab untuk dalam sistem pencernaan dan kenyang yang tepat.
13	Hormon corticotrophin, releasing (CRH) (corticoliberin, hormone polipeptida dan neurotrotransmitter)	Terdapat di hipotalamus. Berfungsi untuk respon stres, dengan mereaksikan pelepasan ACTh dari hipofisis anterior, dan dapat menentukan periode kehamilan dan merangsang terjadinya nifas dan waktu pengiriman.
14	Kortisol (hormone steroid) (Glukokortikoid)	Terdapat di dalam korteks adrenal. berfungsi menghasilkan respon stres dan tingkat glukokortikoid darah dapat menurun, sebagai pengatur metabolisme glukosa, dan dapat menekan sistem kekebalan tubuh. Untuk mendorong metabolisme lemak, protein, dan karbohidrat, mengurangi pembentukan tulang. Dapat merangsang pematangan paru-paru janin.
15	Dhydroepiandrosterone (DHEA) (hormone steroid)	Berada di dalam testis, ginjal, ovarium. Berfungsi dan berperan mevirialisasi (perubahan prenatal yang digunakan menentukan jenis kelamin, perubahan postnatal penyebab pubertas laki-laki normal, serta efek dari

Lanjutan Tabel 2.1

No	Hormon	Keterangan
		banyaknya androgen pada anak perempuan) dan merupakan anabolisme (melibatkan proses ke perkembangan dalam organ dan jaringan)
16	Dopamin (DPM/PIH/DA) (prolaktin penghambat hormone)	Terdapat di dalam hipotalamus dan ginjal. Berfungsi menentukan perilaku, kognisi dan gerakan sadar. Dapat meningkatkan tekanan yang ada pada denyut jantung dan tekanan darah. Dapat berperan fitur psikologis misalnya dalam motivasi hukuman dan imbalan. Dan dapat mengontrol pola tidur, memori kerja, <i>mood</i> , serta konsentrasi dan keterampilan belajar.
17	Dihidrotestosteron (DHT) (hormone seks androgen atau laki-laki)	Terdapat di dalam enzim 5 α -reduktase. Berfungsi meningkatkan produksi hormone yang terdapat di prostat, folikel rambut, testis, dan pada kelenjar adrenal. Bertugas bertanggung jawab untuk pola kebotakan laki-laki. Berperan serta dalam pertumbuhan prostat (benih prostatic hyperplasia dan serta kanker prostat) dan diferensiasi.
18	Endotelin (Suatu jenis protein)	Terdapat sel x perut. Berfungsi mendorong kontraksi halus otot-otot perut.

Lanjutan **Tabel 2.1**

No	Hormon	Keterangan
19	Enkephalin (Endorfin)	Terdapat dalam ginjal. Berfungsi sebagai pengaturan nyeri
20	Estradiol (E2) (Hormon seks)	Terdapat di testis pada laki-laki dan pada perempuan ovarium. Berfungsi pada laki-laki sebagai pencegah apoptosis (kematian sel deprogram) dari sel germinal. Dan pada wanita adalah berperan dalam pembekuan darah dan keseimbangan cairan, sebagian jenis-jenis kanker payudara, paru-paru dapat berfungsi dengan baik, kesehatan pada pembuluh darah dan kulit, dll, kemudian dapat meningkatkan aktivitas pembakaran lemak, pertumbuhan rahim dan endometrium, serta pembentukan tulang, dll. Hal ini dapat menyebabkan dalam menentukan tinggi badan tubuh anda, dapat membantu massa otot menjadi lebih rendah, dan mengurangi gerakan di dalam usus. Hal ini mereaksikan sintesis protein dan dapat meningkatkan kolesterol baik, trigliserida, kortisol, serta hormone pertumbuhan dll.
21	Estron (E1) (hormone seks, jenis estrogen)	Terdapat di dalam ovarium dan jaringan adipose. Berfungsi sebagai pembantu menjaga dalam kesehatan dengan menyalurkan, terutama

Lanjutan **Tabel 2.1**

No	Hormon	Keterangan
		kesehatan wanita menopause dan dapat membuat penyakit tertentu pergi.
22	Estradiol (E3) (hormone seks, jenis estrogen)	Terdapat di dalam plasenta selama kehamilan. Berfungsi sebagai pembantu menjaga rahim diam selama kehamilan.
23	Folicle-stimulating hormone (FSH)	Terdapat di dalam kelenjar hipofisis anterior. Berfungsi dalam proses pematangan folikel graafian di ovarium. Dapat mereaksikan spermatogenesis dan merangsang produksi protein antrogon serta mengikat dalam testis, pada pria dapat mengatur pertumbuhan, pubertas dan proses reproduksi di dalam tubuh lainnya.
24	Growth hormone-releasing hormone (GHRH) (faktor pertumbuhan hormone pelepas (GRF atau GHRF))	Terdapat pada hipotalamus. Berfungsi untuk memicu pelepasan hormone pertumbuhan di kelenjar hipofisis anterior.
25	Thyroid-stimulating hormone (TSH) (Thyrotropin)	Terdapat dalam kelenjar hipofisis anterior. Berfungsi untuk mengatur pelepasan tiroksin (T4) dan triiodothyronime (T3).
26	Insulin	Berada dalam sel beta pankreas. Berfungsi mengatur metabolisme karbohidrat dan lemak, dapat membantu dalam

Lanjutan **Tabel 2.1**

No	Hormon	Keterangan
		menjaga kadar glukosa darah yaitu dengan cara meningkatkan penyerapan glikosa yang ada dalam sel-sel hati, otot, dan jaringan lemak. Glukosa yang disimpan di bentuk dalam glikogen otot dan hati. Insulin dapat menghambat pelepasan glucagon dan tidak dapat memungkinkan tubuh menggunakan lemak yang sebagai sumber energi dengan cara melibatkan proses metabolisme.
27	Testosteron (hormone seks laki-laki) (hormone steroid)	Terdapat di testis pada laki-laki dan ovarium pada wanita, dalam kelenjar adrenal Berfungsi menentukan kepadatan di tulang, mementukan kekuatan pada massa otot. Hal ini berperan di dalam pertumbuhan bentuk jakun, jenggot, dan rambut ketiak, bulu dada, rambut kaki, dll. dan dalam perubahan tersebut mengenai pendalaman suara, pubertas (pematangan organ seksual, serta pengembangan skrotum, libido, dll.
28	Luteinizing hormone (LH) (lutropin)	Terdapat di hipofisis anterior. Berfungsi mengatur ovulasi pada wanita, dan pada laki-laki testosterone yang diproduksi dalam testis dengan adanya hormon.

Lanjutan Tabel 2.1

No	Hormon	Keterangan
29	Epinefrin (EPI) (Adrenalin, hormone dan neurotransmitter)	Terdapat di medula adrenal. Berfungsi menentukan lari atau melawan respon, dapat meningkatkan pasokan oksigen dan glukosa ke otak dan otot dengan cara meningkatkan denyut jantung dan volume stroke, dapat meningkatkan katalisis dari glikogen di dalam hati, dll. Fungsi lainnya adalah dapat mendorong relaksasi atau kontraksi otot polos bergantung dari jaringan. Dan hal ini dapat merangsang dalam pemecahan lipid di dalam sel lemak dan menekan aktivitas yang terdapat di sistem kekebalan tubuh.
30	Calcitriol (1,25-Dihydroxyvitamin D3)	Terdapat di kulit atau tubulus proksimal ginjal. Berfungsi mengontrol pengiriman kalsium dari darah ke urin oleh ginjal, dapat meningkatkan penyerapan kalsium di usus ke dalam darah dan dapat membantu mereaksikan pelepasan kalsium ke dalam darah yang berasal dari tulang. Hal ini menghambat pelepasan yang berasal dari kalsitonin.
31	Antimullerian hormone (AMH)	Sejenis protein, dan sebagai faktor penghambat Mullerian (MIF) berada di testis. Fungsinya adalah pembatasan sekresi prolaktin dan TRH di hipofisis anterior, serta dapat

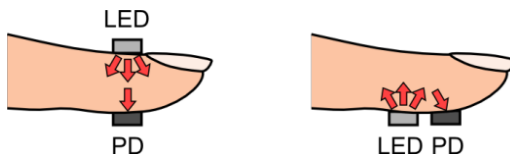
Lanjutan **Tabel 2.1**

No	Hormon	Keterangan
		menghambat perkembangan di dalam saluran Mullerian ke dalam rahim.

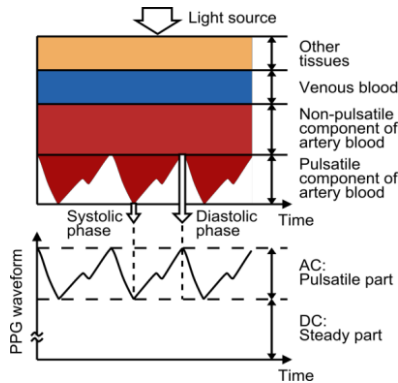
2.2 Pulse Sensor

Pulse Sensor merupakan sensor yang menggunakan prinsip kerja *photoplethysmography* yaitu mendeteksi detak jantung berdasarkan fluktuasi sinyal yang dipengaruhi oleh aliran darah. *Pulse sensor* ini menggunakan filter dan Op-Amp untuk meningkatkan amplitudo dari pulsa gelombang dan menormalisasi sinyal ke titik referensi. Ketika sensor tidak dalam kontak dengan sumber denyut jantung keluaran dari sinyal tersebut berada di titik tengah dari tahanan. Namun, ketika sensor menyentuh sumber denyut nadi maka akan berubah menjadi cahaya yang dipantulkan ketika darah dipompa melalui jaringan sehingga akan membuat sinyal berfluktuasi di sekitar titik referensi. Data dari *pulse sensor* ini merupakan tegangan analog.

Rangkaian *pulse sensor* tersusun dari photodioda dan LED. Pada prinsipnya *pulse sensor* bekerja memanfaatkan pantulan cahaya LED. Sensor ditempatkan pada ujung jari untuk mendeteksi aliran darah. Kepadatan darah pada kulit akan mempengaruhi reflektifitas LED. Pada saat pemompaan jantung mengakibatkan kepadatan darah meningkat. Pada saat jantung memompa darah, maka darah akan mengalir melalui pembuluh arteri dari yang besar hingga kecil seperti di ujung jari. Volume darah pada ujung jari bertambah maka intensitas cahaya yang dipantulkan mengenai photodioda akan kecil.



Gambar 2.1 Penempatan mode transmisi dan refleksi *photoplethysmography*[8]

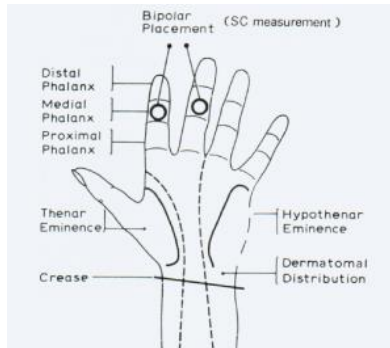


Gambar 2.2 Variasi Redaman Cahaya oleh Jaringan[8]

Gambar 2.1 menunjukkan penempatan mode transmisi dan refleksi cahaya ada 2 jenis, yang pertama LED dan photodiode terletak pada permukaan jari yang berseberangan(permukaan atas dan bawah jari), yang kedua yaitu antara LED dan photodiode saling bersebelahan. Pada gambar 2.2 menunjukkan bentuk gelombang *photoplethysmographic*, yang terdiri dari komponen arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Komponen DC dari gelombang PPG sesuai dengan sinyal optik yang ditransmisikan atau dipantulkan dari jaringan, dan tergantung pada struktur jaringan dan volume darah rata-rata dari kedua arteri dan darah vena. Komponen DC berubah perlahan dengan respirasi. Komponen AC menunjukkan perubahan dalam volume darah yang terjadi antara fase sistolik dan diastolik dari siklus jantung; frekuensi dasar dari komponen AC tergantung pada denyut jantung dan ditumpangkan ke komponen DC[8].

2.3 Sensor *Galvanic Skin Response (GSR)*

Stres berhubungan dengan rangsangan pada bagian simpatetik dari sistem saraf otonom. Karena itu, orang yang cemas akan berkeringat, dan keringat dapat diukur dengan *Galvanic Skin Response (GSR)* sensor digunakan untuk mengukur konduktansi listrik dari kulit. kelenjar keringat dikontrol oleh sistem saraf simpatik, jadi ketika terjadi emosi yang kuat, resistansi listrik pada kulit akan berubah.



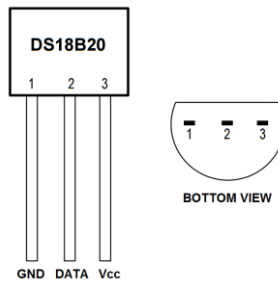
Gambar 2.3 Pemasangan Sensor GSR[9]

Konduktansi kulit digunakan sebagai indikasi psikologis atau fisiologis. Perangkat ini mengukur konduktansi listrik antara 2 titik. Pemasangan sensor GSR seperti gambar 2.3 mengukur konduktansi kulit dengan menempatkan 2 buah elektroda pada dua jari dalam satu tangan. pengukuran konduktansi berdasarkan keringat yang dihasilkan oleh tubuh. ketika berkeringat maka kulit akan menjadi basah dan ini akan meningkatkan kemampuan kulit mengantarkan listrik. GSR mengukur jumlah listrik yang melewati dua titik pada kulit, biasanya kulit tangan.

2.4 Sensor Suhu Tubuh

Sensor suhu tubuh memungkinkan kita untuk mengukur parameter suhu untuk monitoring tubuh. Hal ini penting bagi medis untuk mengukur suhu tubuh. Alasannya karena sejumlah penyakit disertai karakteristik berupa perubahan suhu tubuh. Demikian juga, penyakit tertentu dapat dimonitor dengan mengukur suhu tubuh dan efisiensi dalam memulainya proses pengobatan dapat dievaluasi oleh dokter.

Tipe sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20 seperti pada gambar 2.4. Sensor dilengkapi dengan probe yang peka terhadap perubahan suhu, range atau jangkauan suhu yang dapat dibaca oleh sensor adalah -55°C sampai $+125^{\circ}\text{C}$.



Gambar 2.4 Sensor Suhu DS18B20

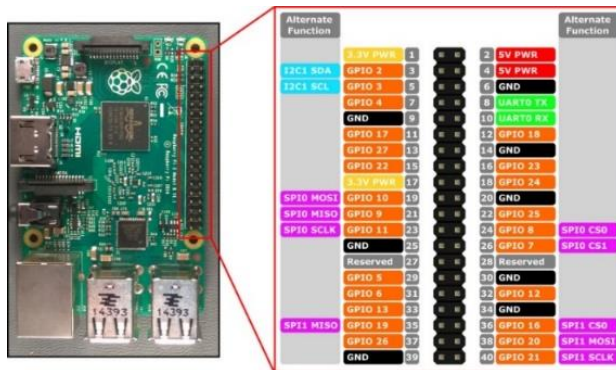
2.5 Raspberry Pi 3

Perangkat yang digunakan untuk pembacaan sensor adalah Raspberry Pi 3 Model B dengan kapasitas RAM 1GB, Prosesor 1,2GHz Quad-Core Arm Cortex-A53, dan dilengkapi dengan wifi 802.11 b/g/n. Raspberry Pi pada dasarnya merupakan mini PC dengan sistem operasi berbasis Linux. Raspberry Pi mempunyai input dan output antara lain :

- HDMI
- Port RCA
- 4 Buah Port USB
- Ethernet 10/100 Base T
- Memory Card Slot
- CSI port (Camera Serial Interface)
- 40 Pin GPIO

GPIO (General Purpose Input/Output) adalah pin pada sebuah *board* yang digunakan untuk berinteraksi dengan dunia luar, seperti sensor dan aktuator. Seperti namanya, kaki GPIO dapat diprogram baik sebagai input ataupun output. GPIO juga dapat diaktifkan atau dimatikan.

Raspberry Pi yang digunakan adalah generasi Raspberry Pi 3 model B seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5 Raspberry Pi digunakan untuk membaca data tiga buah sensor yaitu sensor *pulse*, sensor GSR, dan sensor suhu, hasil pembacaan ketiga sensor akan dikirimkan ke server website menggunakan jaringan *wireless*.



Gambar 2.5 GPIO Raspberry Pi 3

2.6 Logika Fuzzy

Logika fuzzy pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan fuzzy. Lotfi Asker Zadeh adalah seorang ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran dari Universitas California di Berkeley. Logika fuzzy umumnya diterapkan pada masalah-masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (uncertainty), ketidaktepatan (imprecise), noisy, dan sebagainya.

Perkembangan selanjutnya, pada tahun 1973 Zadeh memperkenalkan variabel linguistik dimana nilai dijelaskan dengan kata-kata dan aturan-aturan IF-THEN yang merupakan basis pengetahuan dari sistem fuzzy. Melalui variabel linguistik dan aturan-aturan IF-THEN tersebut, Zadeh telah membuat konsep dasar dari pengaplikasian sistem fuzzy pada sistem kontrol. Pengaplikasiannya secara langsung baru direalisasikan pada tahun 1975 oleh Mamdani dan Assilian. Mereka membuat kerangka kerja dasar dari kontroler logika fuzzy (*fuzzy logic controller*) dan menerapkannya pada pengendalian mesin uap.

Komponen-komponen sistem fuzzy:

1. Variabel fuzzy
Contoh: umur, kecepatan, temperatur, dsb
2. Himpunan fuzzy
Merupakan grup yang mewakili kondisi tertentu dalam suatu variabel fuzzy

Contoh: Variabel temperatur air dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy: Panas, Dingin, Sejuk, dsb

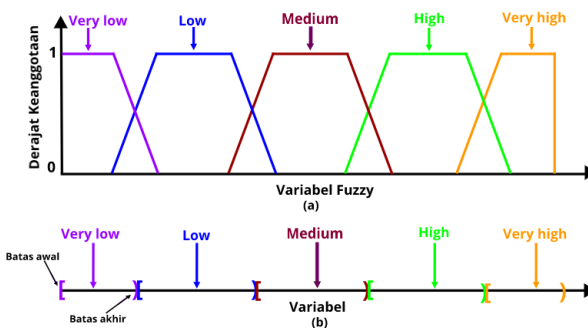
2.6.1 Himpunan Fuzzy

Logika fuzzy dikembangkan dari teori himpunan fuzzy. Himpunan klasik yang sudah dipelajari selama ini disebut himpunan tegas (crisp set). Di dalam himpunan tegas, keanggotaan suatu unsur di dalam himpunan dinyatakan secara tegas, apakah objek tersebut anggota himpunan atau bukan. Untuk sembarang himpunan A, sebuah unsur x adalah anggota himpunan apabila x terdapat atau terdefinisi di dalam A.

Contoh: $A = \{0, 4, 7, 8, 11\}$, maka $7 \in A$, tetapi $5 \notin A$.

Logika fuzzy digunakan mengolah data dari ketiga sensor meliputi sensor detak jantung, konduktansi kulit, dan suhu tubuh. Dari dari ketiga sensor tersebut masih dikelompokkan lagi menjadi empat kondisi yaitu rileks, tenang, cemas dan tegang.

Perbedaan himpunan fuzzy dengan himpunan klasik dapat diilustrasikan pada gambar 2.6 dari gambar 2.6(a) tersebut dapat terlihat himpunan fuzzy memiliki batas yang tidak jelas, sedangkan himpunan klasik memiliki batas yang jelas. Pada gambar 2.6(b) tanda '[' mengartikan batas akhir dari sebuah *scope* dan tanda '[' mengartikan batas awal sebuah *scope* dari himpunan klasik. Pemilihan metode fuzzy pada tugas akhir ini dikarenakan ambiguitas dari beberapa parameter yang diolah.



Gambar 2.6 (a) Himpunan Fuzzy dan (b) Himpunan Klasik

Di dalam teori himpunan fuzzy, keanggotaan suatu elemen di dalam himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan (membership values) yang nilainya terletak di dalam selang $[0, 1]$. Derajat keanggotaan ditentukan dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$$

bandingkan fungsi keanggotaan pada teori himpunan tegas:

$$\chi_A : X \rightarrow \{0, 1\}$$

Arti derajat keanggotaan:

- Jika $\mu_A(x) = 1$, maka x adalah anggota penuh dari himpunan A
- Jika $\mu_A(x) = 0$, maka x bukan anggota himpunan A
- Jika $\mu_A(x) = \mu$, dengan $0 < \mu < 1$, maka x adalah anggota himpunan A dengan derajat keanggotaan sebesar μ

Himpunan fuzzy mempunyai dua atribut:

1. Lingusitik: penamaan grup yang mewakili kondisi dengan menggunakan bahasa alami

Contoh: Panas, Dingin, Tua, Muda, Pelan, dsb

2. Numerik: nilai yang menunjukkan ukuran variabel fuzzy

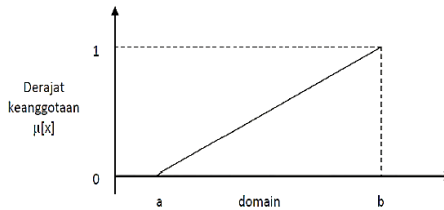
Contoh: 35, 78, 112, 0, -12, dsb

2.6.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Apabila U menyatakan himpunan universal dan A adalah himpunan fungsi fuzzy dalam U , maka A dapat dinyatakan sebagai pasangan terurut. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan, yaitu :

1. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.



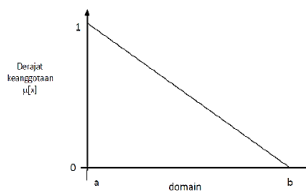
Gambar 2.7 Representasi Linear Naik

Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Seperti terlihat pada gambar 2.7

Fungsi Keanggotaan gambar 2.7:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

Kedua, merupakan kebalikan dari yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Seperti terlihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan gambar 2.8:

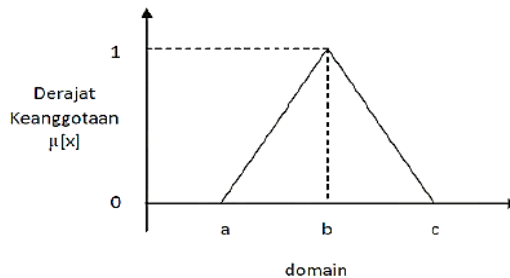
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ (b-x)/(b-a); & a < x < b \\ 1; & x \leq a \end{cases}$$

2. Representasi Kurva Segitiga

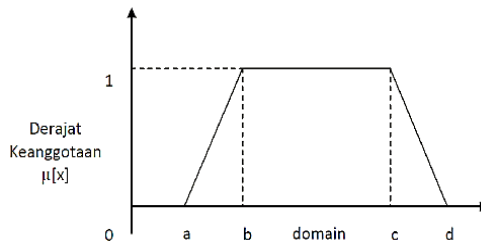
Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier). Seperti terlihat pada gambar 2.9.

Fungsi Keanggotaan gambar 2.9:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq c \text{ atau } x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & a < x < b \\ (c-x)/(c-b); & b < x < c \end{cases}$$



Gambar 2.9 Representasi Kurva Segitiga



Gambar 2.10 Representasi Kurva Trapesium

3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Seperti terlihat pada gambar 2.10.

Fungsi Keanggotaan gambar 2.10:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq d \text{ atau } x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & a < x < b \\ (d-x)/(d-c); & c < x < d \\ 1; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

2.7 Webserver

Webserver merupakan *software* yang memberikan layanan data yang berfungsi menerima permintaan HTTP atau HTTPS dari klien yang dikenal dengan *browser web* dan mengirimkan kembali hasilnya dalam bentuk halaman-halaman *web* yang umumnya berbentuk dokumen HTML.

Untuk sebuah program skrip yang hanya dapat berjalan pada sisi *server* dibutuhkan *Webserver* yang dapat menghubungkan skrip-skrip program dengan program pendukungnya, contohnya *Apache Webserver*. Didunia internet banyak menggunakan *apache* karena memiliki lisensi *open souce*. *WebServer* yang digunakan agar PHP dapat mengakses *database MySQL* adalah *apache*. Jadi, pada saat program PHP dijalankan *apache* dan *MySQL* juga diaktifkan. *Apache* mempunyai program pendukung yang cukup banyak. Hal ini memberikan layanan yang cukup lengkap bagi penggunaanya.

2.7.1 Database

Database adalah sistem terkomputerisasi yang tujuan utamanya memelihara informasi dan membuat informasi tersedia saat dibutuhkan. Sebuah sistem *database* dapat memiliki beberapa *database*. Setiap *database* memiliki sejumlah objek *database*, yaitu :

a. Field

Field adalah sekumpulan kecil dari kata atau sebuah deretan angka.

b. *Record*

Record adalah kumpulan dari file yang berelasi secara logis. Contoh: nama, alamat, nomor telepon dan sebagainya.

c. *File*

File atau berkas adalah kumpulan dari *record* yang berelasi secara logis. Contoh : berkas transaksi toko A yang mempunyai *record* tanggal, kode barang dan harga.

d. *Entity*

Entity adalah orang, tempat, benda, atau kejadian yang berkaitan dengan informasi yang disimpan. Contoh: pelanggan, pekerja dan sebagainya.

e. *Attribute*

Attribute adalah karakteristik yang menjelaskan suatu *entity*. Contoh: nama pelanggan, umur pekerja dan sebagainya.

f. *Primary key*

Primary key adalah sebuah *field* yang nilainya unik yang tidak sama antara satu *record* dan *record* lain. *Primary key* digunakan sebagai tanda pengenalan suatu tanda pengenalan dari suatu *field*.

g. *Foreign key*

Foreign key adalah sebuah *field* yang nilainya berguna untuk menghubungkan *primary key* lain yang berada pada tabel yang berbeda.

2.7.2 MySQL

MySQL adalah sebuah Relational Database Management System (RDBMS) yang paling banyak digunakan di dunia. *MySQL* ini dijalankan pada sebuah server dan memberikan akses multi-*user* ke sejumlah basis data. Seperti namanya, *MySQL* menggunakan *Structured Query Language* (SQL), yaitu sebuah bahasa basis data komputer yang dirancang untuk mengambil dan melakukan pengaturan data dalam RDBMS, modifikasi dan pembuatan skema basis data.

MySQL dapat dikatakan lebih unggul dibandingkan *database server* lainnya dalam *query* data. Hal ini terbukti untuk *query* yang dilakukan oleh *single user*, kecepatan *query MySQL* bisa sepuluh kali lebih cepat dari *PostgreSQL* dan lima kali lebih cepat dibandingkan *Interbase*. Selain itu *MySQL* juga memiliki beberapa keistimewaan, antara lain :

- a. *Portability.* *MySQL* dapat berjalan stabil pada berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, FreeBSD, Mac Os X Server, Solaris, Amiga dan masih banyak lagi.
- b. *Open Source.* *MySQL* didistribusikan secara *open source* (gratis), dibawah lisensi GPL sehingga dapat digunakan secara cuma-cuma.
- c. *Multiuser.* *MySQL* dapat digunakan oleh beberapa user dalam waktu yang bersamaan tanpa mengalami masalah atau konflik.
- d. *Performance tuning.* *MySQL* memiliki kecepatan yang menakjubkan dalam menangani *query* sederhana, dengan kata lain dapat memproses lebih banyak SQL per satuan waktu.
- e. *Column types.* *MySQL* memiliki tipe kolom yang sangat kompleks, seperti *signed / unsigned integer, float, double, char, text, date, timestamp* dan lain-lain.
- f. *Command and functions.* *MySQL* memiliki operator dan fungsi secara penuh yang mendukung perintah *Select* dan *Where* dalam *query*.
- g. *Security.* *MySQL* memiliki beberapa lapisan keamanan seperti level *subnetmask*, nama *host* dan izin akses user dengan sistem perizinan yang mendetail serta *password* terenkripsi.
- h. *Scalability dan limits.* *MySQL* mampu menangani *database* dalam skala besar, dengan jumlah *records* lebih dari 50 juta dan 60 ribu tabel serta 5 milyar baris. Selain itu batas indeks yang dapat ditampung mencapai 32 indeks pada tiap tabelnya.
- i. *Connectivity.* *MySQL* dapat melakukan koneksi dengan *client* menggunakan protokol TCP/IP, *Unix socket* (UNIX) atau *Named Pipes* (NT).
- j. *Localisation.* *MySQL* dapat mendeteksi pesan kesalahan pada client dengan menggunakan lebih dari dua puluh bahasa. Meskipun demikian, bahasa Indonesia belum termasuk didalamnya.
- k. *Interface.* *MySQL* memiliki *interface* (antar muka) terhadap berbagai aplikasi dan bahasa pemrograman dengan menggunakan fungsi API (*Application Programming Interface*).
- l. *Clients dan tools.* *MySQL* dilengkapi dengan berbagai *tool* yang dapat digunakan untuk administrasi *database* dan pada setiap *tool* yang ada disertakan petunjuk *online*.

- m. Struktur table. *MySQL* memiliki struktur tabel yang lebih fleksibel dalam menangani *ALTER TABLE*, dibandingkan *database* lainnya semacam *PostgreSQL* ataupun *Oracle*.

2.7.3 Hypertext Preprocessor (PHP)

PHP merupakan bahasa pemrograman web yang dapat disisipkan dalam script HTML. Banyak sintaks di dalamnya yang mirip dengan bahasa C, Java dan Perl. Tujuan dari bahasa ini adalah membantu para pengembang web untuk membuat web dinamis dengan cepat. PHP dikatakan sebagai sebuah server-side embedded script language artinya sintaks-sintaks dan perintah yang kita berikan akan sepenuhnya dijalankan oleh server tetapi disertakan pada halaman HTML biasa. Aplikasi-aplikasi yang dibangun oleh PHP pada umumnya akan memberikan hasil pada web browser, tetapi prosesnya secara keseluruhan dijalankan di server.

2.7.4 Cascading Style Sheet (CSS)

CSS merupakan kependekan *Cascading Style Sheet* yang berfungsi untuk mengatur tampilan dengan kemampuan jauh lebih baik dari tag maupun atribut standar HTML. CSS sebenarnya adalah suatu kumpulan atribut untuk fungsi format tampilan dan dapat digunakan untuk mengontrol tampilan banyak dokumen secara bersamaan.

Keuntungan menggunakan CSS yaitu jika ingin mengubah dokumen, maka tidak perlu mengubah satu persatu. Penggunaan CSS ada dua cara yaitu dengan menyisipkan kode CSS langsung dalam kode HTML atau simpan menjadi file tersendiri berekstensi *.css. Dengan menyimpan sebagai file tersendiri akan memudahkan untuk mengontrol tampilan dalam banyak dokumen secara langsung.

2.7.5 Javascript

Javascript merupakan bahasa *script* yang terintegrasi dengan *web browser* untuk memberikan fleksibilitas tambahan bagi *programmer* untuk mengontrol elemen-elemen dalam halaman *web*. Aplikasi *javascript* sebenarnya cukup luas namun pada aplikasi yang dirancang, digunakan *javascript* yang dibatasi untuk DHTML (*Dinamic HyperText Markup Language*), yaitu *javascript* yang digunakan untuk mengakses *property*, *method* dan *event handler* yang disediakan oleh DOM dan CSS.

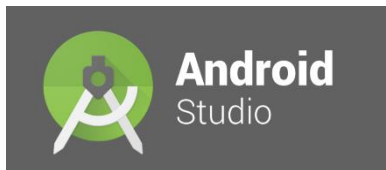
Property didefinisikan sebagai setting nilai suatu objek tertentu. Contohnya adalah warna suatu teks, *action* untuk suatu *form*, nama *file* untuk suatu gambar, dll. *Method* adalah fungsi-fungsi yang dapat diterapkan dalam suatu objek. Misalnya *maximize* untuk *window*. *Event handler* menspesifikasikan bagaimana suatu objek merespon terhadap suatu kejadian, misalnya suatu *button* diklik, *window* *iresize* dan lain-lain.

2.8 Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat mobile layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android awalnya dikembangkan oleh Android, Inc., dengan dukungan finansial dari Google, yang kemudian membelinya pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya Open Handset Alliance, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler. Ponsel Android pertama mulai dijual pada bulan Oktober 2008.

2.8.1 Android Studio

Android Studio adalah IDE pemrograman Android resmi dari Google yang dikembangkan dari IntelliJ. Sebelum ada Android Studio, programmer Android telah menggunakan Eclipse. Eclipse adalah IDE pemrograman Android sebelum munculnya Android Studio. Bisa dibilang Google telah berpaling dari Eclipse dan menjadikan Android Studio sebagai IDE resminya. Dikarenakan sudah meresmikan Android Studio pada tanggal 16 Mei 2013, Google menghentikan support ADT ke Eclipse tak lama kemudian dan ADT resmi hanya didapatkan oleh Android Studio.



Gambar 2.11 Android Studio

2.8.2 Apache Cordova

Apache Cordova merupakan sebuah *framework* yang *Open Source* untuk pengembangan aplikasi *Mobile* semacam android, ios, windows phone dll. Hal ini memungkinkan untuk menggunakan teknologi web standar seperti HTML5, CSS3, dan JavaScript untuk pengembangan cross-platform, menghindari bahasa pengembangan asli masing-masing *platform mobile*. Aplikasi mengeksekusi dalam *framework* yang ditargetkan setiap platform, dan bergantung pada standar-compliant binding API untuk mengakses sensor, data, dan status jaringan masing-masing perangkat.



Gambar 2.12 Apache Cordova

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

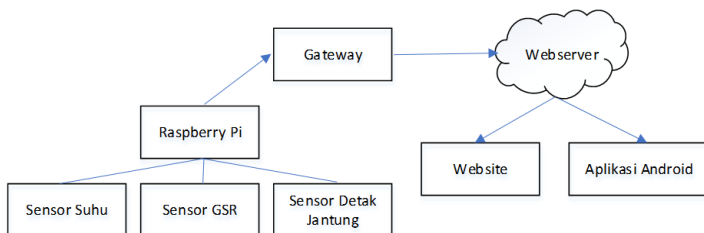
Perancangan dan pembuatan sistem meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Pada bagian perangkat keras meliputi konfigurasi dan pembacaan sensor – sensor yang terdiri dari 3 buah sensor yaitu *pulse sensor*, sensor konduktansi kulit (GSR), dan sensor suhu tubuh, serta akuisisi data menggunakan ADC MCP3008 dan *Single Board Raspberry Pi*.

Pada perancangan dan pembuatan perangkat lunak meliputi pembuatan *database*, *website*, dan aplikasi android. Pembuatan disisi perangkat lunak ini digunakan sebagai *interface* dan pengolahan data dari akuisisi Raspberry Pi.

3.1 Perancangan Sistem

Sistem diagnosa stres dan rekam medis digital yang berbasis *Internet of Things (IoT)* merupakan sistem yang ditujukan untuk dokter dan rumah sakit, data pembacaan sensor-sensor dikirimkan secara *wireless* dan disimpan dalam bentuk data rekam medis digital.

Pada sistem ini digunakan 3 jenis sensor yang berhubungan dengan pembacaan parameter pada tubuh manusia terutama kondisi kesehatan tubuh. Perencanaan sistem dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Diagnosa Stres dan Rekam Medis Digital

Sensor yang digunakan antara lain *Pulse sensor*, *Galvanic Skin Response (GSR)* sensor dan sensor suhu. Dari pembacaan nilai ketiga sensor tersebut data dikirimkan ke *server database* melalui jaringan *wireless* menggunakan gateway, bisa berupa *access point*, *hotspot*, atau *wireless router* dan pengolahan untuk menentukan tingkat stres pasien dengan menggunakan metode logika fuzzy juga dilakukan di webserver. Hasil pengolahan akan ditampilkan pada *interface website* dan aplikasi android.

3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras meliputi :

1. Sensor suhu tubuh (DS18B20)
2. Sensor GSR (*Galvanic Skin Response*)
3. Sensor detak jantung (*Pulse Sensor*)
4. Raspberry Pi

3.2.1 Sensor Suhu Tubuh (DS18B20)

Sensor suhu digital DS18B20 adalah sirkuit terpadu berbasis silikon. Berisi sensor suhu, *analog to digital converter* (ADC), memori untuk menyimpan sementara pembacaan suhu, dan antarmuka yang memungkinkan komunikasi antara sensor dan mikrokontroler. Tidak seperti sensor suhu analog, perhitungan dilakukan oleh sensor, dan output adalah nilai temperatur aktual.



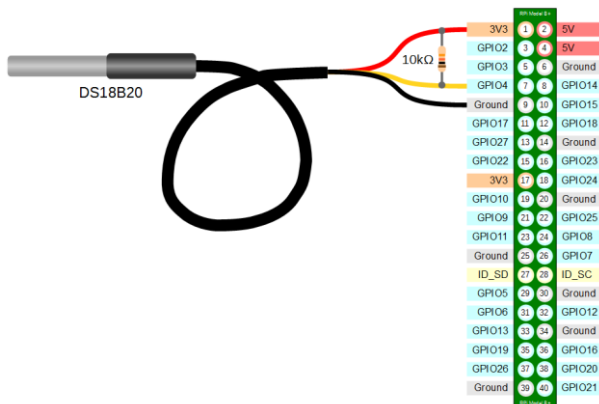
Gambar 3.2 Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 berkomunikasi dengan "One-Wire" protokol komunikasi, protokol komunikasi serial yang hanya menggunakan satu kawat, seperti pada gambar 3.2 DS18B20 terdiri dari tiga kabel yaitu vcc, gnd , dan data. Kabel data digunakan untuk mengirimkan pembacaan suhu ke Raspberry Pi.

Tabel 3.1 Spesifikasi Sensor DS18B20

SPESIFIKASI TEKNIS :
<ul style="list-style-type: none"> • -55 ° C hingga 125 ° C
<ul style="list-style-type: none"> • Tegangan operasi 3,0V sampai 5.0V
<ul style="list-style-type: none"> • Sampling 750 ms
<ul style="list-style-type: none"> • 0,5 ° C (9 bit); 0,25 ° C (10 bit); 0,125 ° C (11 bit); 0,0625 ° C (12 bit) resolusi
<ul style="list-style-type: none"> • Alamat unik 64 bit
<ul style="list-style-type: none"> • Protokol komunikasi one-wire

DS18B20 dapat dioperasikan dalam apa yang dikenal sebagai mode daya parasitik dan mode biasa. Biasanya DS18B20 membutuhkan tiga kabel untuk operasi: Vcc, ground, dan kabel data. Dalam mode parasitik, hanya ground dan jalur data yang digunakan, dan daya dipasok melalui jalur data.



Gambar 3.3 Konfigurasi Sensor DS18B20

Pada gambar 3.3 diterapkan mode biasa yaitu daya diambil dari GPIO 3.3V, yang antara jalur data dan vcc diparalel dengan 10k Ω .

Salah satu spesifikasi yang telah ditunjukkan pada tabel 3.1 Sensor DS18B20 memiliki ROM 64 bit untuk menyimpan kode seri unik perangkat. Alamat 64 bit ini memungkinkan mikrokontroler untuk menerima data suhu dari jumlah sensor yang hampir tidak terbatas pada pin yang sama. Alamatnya memberitahu mikrokontroler yang mana sensor nilai temperatur tertentu berasal.

Untuk Raspberry Pi agar bias membaca data sensor suhu DS18B20 dilakukan setting GPIO dengan *command* sebagai berikut.

```
sudo nano /boot/config.txt
#Temperaturesensor 1-Wire
dtoverlay=w1-gpio
gpiopin=4
```

Alamat atau direktori dari DS18B20 telah tersimpan *Address 1-Wire* yaitu `cd /sys/bus/w1/devices`, dialamat ini terdapat kode seri perangkat.

Pada alamat *one-wire* kode seri perangkat yaitu 28-0317001355ff, di dalam kode seri terdapat file `w1_slave`. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.4 setelah mengakses direktori *one-wire* kemudian membuka file `w1_slave` pada baris kedua terdapat `t=31562` ini menunjukkan bahwa suhu yang terukur sebesar 31.562°C.

```
pi@raspberrypi:~ $ cd /sys/bus/w1/devices
pi@raspberrypi:/sys/bus/w1/devices $ ls
28-0317001355ff  w1_bus_master1
pi@raspberrypi:/sys/bus/w1/devices $ cat 28-
0317001355ff/w1_slave
f9 01 4b 46 7f ff 0c 10 bb : crc=bb YES
f9 01 4b 46 7f ff 0c 10 bb t=31562
```

Gambar 3.4 Alamat *one-wire*

3.2.2 Sensor GSR (*Galvanic Skin Response*)

GSR atau *Galvanic Skin Response*, digunakan untuk mengukur konduktansi listrik pada kulit. Emosi yang kuat dapat menyebabkan rangsangan pada sistem saraf simpatetik, yang menghasilkan lebih banyak keringat yang disekresikan oleh kelenjar keringat. Grove - GSR memungkinkan untuk menemukan emosi yang kuat dengan memasang dua elektroda ke dua jari di satu tangan.

Pada gambar 3.5 merupakan sensor GSR yang terdiri dari dua elektroda yang terbuat dari nikel, dan 3 buah kabel yaitu vcc, ground dan data. Sensor GSR bekerja dengan menggunakan tegangan 3,3 Volt Output yang dihasilkan berupa tegangan atau pembacaan analog, maka data analog sensor sebelum masuk ke raspberry pi terlebih dahulu dilakukan proses ADC dengan menggunakan IC ADC MCP3008.

Tabel 3.2 Spesifikasi Sensor GSR

Parameter	Nilai/Range
Tegangan Operasi	3,3V/5V
Sensitivitas	Adjustable Potensiometer
Input Sinyal	Resistansi
Output Sinyal	Tegangan (Analog)
Material Elektroda	Nickel



Gambar 3.5 Sensor GSR

Sensor GSR sebelum digunakan terlebih dahulu dikalibrasi, tahapan kalibrasi meliputi sebagai berikut :

1. Jangan digunakan terlebih dahulu, biarkan sensor GSR dengan kondisi elektrodanya tidak saling bersentuhan seperti pada gambar 3.5.
2. Jalankan program pembacaan data serial yang telah dibuat seperti gambar 3.6
3. Atur potensiometer hingga pembacaan bernilai maksimum yaitu sebesar 662.
4. Kemudian atur program pembacaan data serial dengan mengurangi 662 dengan 150.001 agar nilai pembacaan menjadi 511.99.
5. Kalibrasi telah selesai dilakukan, sensor GSR siap untuk digunakan.

Pada Program pembacaan sensor GSR gambar 3.6, digunakan rumus untuk menghitung resistansi kulit.

$$\text{Resistansi Kulit } (\Omega) = ((1024 + 2 * \text{SerialData}) * 10000 / (512 - \text{SerialData}))$$

```
gsr_level = ReadChannel(gsr_channel)
gsr_kalib = gsr_level - 150.001
gsr_res = ((1024+2*gsr_kalib)*10000/(512-gsr_kalib))
gsr_cond = (float (1) /float (gsr_res))
gsr_out = 1000000*gsr_cond

# Print out results
print"gsr_lev: %0.3f" %gsr_level
print"gsr_kal: %0.3f" %gsr_kalib
print"gsr_out: %0.3f" %gsr_out
```

Gambar 3.6 Program Pembacaan Sensor GSR

```

*Python 2.7.9 Shell*
File Edit Shell Debug Options Windows Help
Python 2.7.9 (default, Sep 17 2016, 20:26:04)
[GCC 4.9.2] on linux2
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>> gsr_lev: 662.000
gsr_kal: 511.999
gsr_out: 0.000
gsr_lev: 662.000
gsr_kal: 511.999
gsr_out: 0.000
gsr_lev: 662.000
gsr_kal: 511.999
gsr_out: 0.000
gsr_lev: 662.000
gsr_kal: 511.999
gsr_out: 0.000
gsr_lev: 662.000
gsr_kal: 511.999
gsr_out: 0.000
gsr_lev: 662.000
gsr_kal: 511.999
gsr_out: 0.000
gsr_lev: 662.000
gsr_kal: 511.999
gsr_out: 0.000

```

Gambar 3.7 Kalibrasi Sensor GSR

Berdasarkan rumus resistansi kulit diatas, pada saat proses kalibrasi data serial diatur bernilai sebesar 511,99 (mendekati 512) seperti pada gambar 3.7 ini dikarenakan pada saat electrode dalam kondisi tidak terpasang di jari seperti gambar 3.5 maka nilai resistansinya tak hingga (∞). Nilai tak hingga akan didapatkan dengan membagi bilangan berapapun dengan nol (0), oleh karena itu pembacaan GSR saat kalibrasi (kondisi tidak terpasang) harus mendekati 512. Sesuai dengan rumus pada bagian penyebutnya bernilai 512 dikurangi serial data, maka nilai serial data diset mendekati 512 yaitu sebesar 511,99.

Sedangkan pada tugas akhir ini nilai yang dibutuhkan untuk diagnosa tingkat stress adalah konduktansi kulit maka :

$$G = \frac{1}{R}$$

Dimana,

G = Konduktansi Kulit (Siemens)

R = Resistansi Kulit (Ω)

Nilai konduktansi kulit yang digunakan pada skala mikro siemens (μS), sehingga konduktansi kulit (G) dikalikan 10^6 .

3.2.3 Sensor Detak Jantung (*Pulse Sensor*)

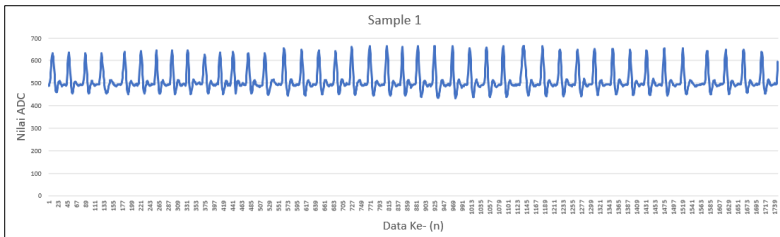
Sensor denyut jantung yang digunakan adalah *pulse sensor*, pulse sensor memiliki prinsip kerja mendeteksi denyut jantung berdasarkan fluktuasi sinyal yang dipengaruhi aliran darah. Perancangan sensor denyut jantung diawali dengan mengambil data adc dalam beberapa detik untuk mengetahui berapa banyak data dalam satu detik. Data ini kemudian yang akan dijadikan penentuan laju sampling adc pada Raspberry Pi.

Program perulangan *while* pada gambar 3.8 digunakan untuk mengambil atau read data dari channel pulse sensor, data yang diambil kemudian dicetak dan apabila timer telah menunjukkan 30 detik maka program akan mencetak penanda “past 30 seconds”.

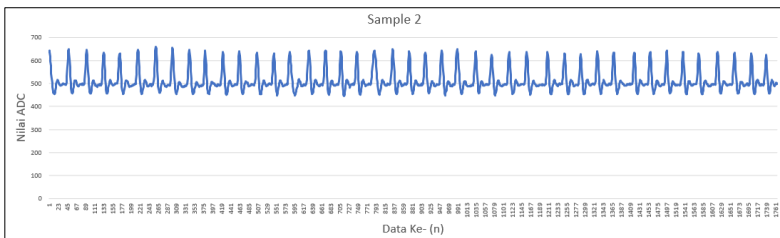
Setelah 30 detik data adc yang telah dicetak dengan perintah *print “0.8f” %pulse_level*, diketahui untuk pengambilan data pertama terdiri dari 1748 data dalam 30 detik, pada pengambilan data adc yang kedua terdiri dari 1766 data dalam 30 detik. hasil plot seperti ditunjukkan pada gambar 3.9.

```
while True:
    pulse_level = ReadChannel(pulse_channel)
    print "%0.8f" %pulse_level
    delta_minutes = (dt.datetime.now() -t).seconds / 30;
    if delta_minutes and delta_minutes != minute_count:
        print("past 30 seconds")
        minute_count = delta_minutes
```

Gambar 3.8 Program Pengambilan Data ADC Selama 30 Detik



(a)



(b)

Gambar 3.9 Hasil Plot (a)sampel 1, (b)sampel 2

Hasil plot data adc dalam waktu 30 detik yang dilakukan 2 kali yaitu sampel 1 dan sampel 2 seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9, dari hasil pengambilan data adc didapatkan perhitungan sampling sebagai berikut:

- sampel 1
 $1748 \text{ data} / 30 \text{ detik} = 58,2667 \text{ Hz}$
- sampel 2
 $1766 \text{ data} / 30 \text{ detik} = 58,8667 \text{ Hz}$

```

lastTime = int(time.time()*1000)

while not self.thread.stopped:
    Signal = self.adc.read(self.channel)
    currentTime = int(time.time()*1000)

    sampleCounter += currentTime - lastTime
    lastTime = currentTime

```

Gambar 3.10 Sampling Pulse Sensor

3.2.3.1 Penentuan *Sampling Pulse Sensor*

Setelah diketahui sampling dari percobaan sebelumnya yaitu pengambilan data selama 30 didapatkan sampling 58,27Hz dan 58,87Hz. Pada program berikut ini dilakukan pengaturan sampling untuk program perhitungan BPM menggunakan Pulse sensor. Yaitu dengan menggunakan `int(time.time()*1000)` yang merupakan timer dengan skala mili second.

Pada gambar 3.10 merupakan cuplikan program untuk menentukan frekuensi sampling, data pembacaan adc akan diambil setiap kenaikan `sampleCounter`, rata-rata interval dari `sampleCounter` dengan `sampleCounter` sebelumnya adalah 16.867ms, sehingga dapat diketahui sample ratenya adalah $1000\text{ms}/16.867\text{ms} = 59 \text{ Hz}$.

3.2.3.2 Perhitungan Denyut Jantung

Untuk dapat menghitung denyut jantung per menit, pada awalnya program akan mendeteksi titik puncak (*peak*) dan titik lembah (*trough*).

Variabel P dan T masing-masing memegang nilai peak dan nilai trough. Variabel *thresh* diinisialisasi pada 512 (titik tengah rentang adc) dan ada jangka waktu 3/5 IBI (*InterBeat Interval*) seperti program pada gambar 3.11 yang harus dilewati sebelum T diperbarui. Apabila data pembacaan serial (*Signal*) kurang dari T, dimana T pada kondisi awal diinisialisai 512, maka nilai T akan berubah menjadi sama dengan sinyal pembacaan serial. Dan apabila pembacaan serial lebih dari *threshold* dan P yang bernilai sebesar 512, maka data serial ditetapkan sebagai P (*peak*).


```

if Signal < thresh and N > (IBI/5.0)*3:
    if Signal < T:
        T = Signal
    if Signal > thresh and Signal > P:
        P = Signal

```

Gambar 3.11 Program Pendeteksi Peak dan Trough

```

if N > 250:
    if Signal > thresh and Pulse == False and N >
    (IBI/5.0)*3:
        Pulse = True
        IBI = sampleCounter - lastBeatTime
        lastBeatTime = sampleCounter
        if secondBeat:
            secondBeat = False;
            for i in range(len(rate)):
                rate[i] = IBI
        if firstBeat:
            firstBeat = False;
            secondBeat = True;
            continue

```

Gambar 3.12 Program IBI

Tahap selanjutnya adalah penentuan IBI atau *InterBeat Interval*, IBI merupakan waktu antar denyut, IBI umumnya diukur dalam satuan milidetik. Dalam fungsi jantung normal, masing-masing nilai IBI bervariasi dari satu *beat* ke *beat*. Variasi alami ini dikenal sebagai *heart rate variability (HRV)*.

250 milidetik minimum N pada program gambar 3.12 menempatkan batas atas 240 BPM. Yaitu dengan perhitungan $60.000\text{ms}/250\text{ms} = 240$ BPM. 60.000 merupakan waktu dalam 1 menit = 60.000ms. Ketika bentuk gelombang naik melewati nilai ambang, dan 3/5 dari IBI terakhir telah berlalu, kita memiliki denyut nadi, nilai IBI yang telah didapatkan kemudian disimpan dalam array `rate[i]`.

```

rate[:-1] = rate[1:]
rate[-1] = IBI
runningTotal = sum(rate)
runningTotal /= len(rate)
self.BPM = 60000/runningTotal

```

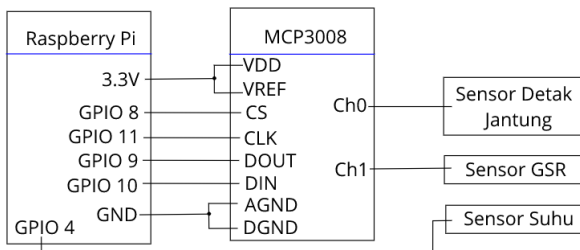
Gambar 3.13 Perhitungan BPM

Nilai IBI yang disimpan dalam array `rate[]` diakumulasi dalam 10 data IBI terakhir, kemudian dirata-rata selanjutnya untuk menghitung BPM menggunakan rumus $60000/\text{rata-rata IBI}$, nilai 60000 menunjukkan waktu dalam satu menit yaitu 60000ms dan satuan dari IBI juga dalam ms, sehingga didapatkan hasil banyaknya *beat* per menit (BPM).

3.2.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi pada tugas akhir ini digunakan sebagai perangkat dalam akuisisi data sensor – sensor, akan tetapi Raspberry Pi tidak memiliki input analog sehingga membutuhkan adc. ADC yang digunakan adalah MCP3008 yaitu adc dengan resolusi 10bit dan memiliki 8 channel.

VDD dan VREF MCP3008 diberikan tegangan sebesar 3,3V. Pin ground mcp3008 dihubungkan dengan ground raspberry pi. Sensor pulse dihubungkan dengan pin Ch0 (channel 0) dan sensor GSR dihubungkan pada pin Ch1 (channel 1) seperti gambar 3.14.



Gambar 3.14 Konfigurasi Raspberry Pi & MCP3008

Tabel 3.3 Konfigurasi Pin MCP3008 Pada Raspberry Pi

MCP3008	Raspberry Pi
VDD	3.3 V
VREF	3.3 V
AGND	Ground
CLK	GPIO 11
DOUT	GPIO 9
DIN	GPIO 10
CS	GPIO 8
DGND	Ground

Dalam komunikasi data antara MCP3008 dan Raspberry Pi menggunakan protocol SPI atau *Serial Peripheral Interface* dengan konfigurasi seperti pada tabel 3.3. Dalam koneksi SPI, device yang terhubung satu sama lain akan bersifat *Full Duplex*, yaitu ada device yang bertindak sebagai *Master* dan *Slave*. *Master device* adalah perangkat yang memulai sambungan dengan cara menginialisasi SPI address dari *slave device*. Lalu master dan slave dapat mengirim atau menerima data.

3.3 Perancangan dan Pembuatan Fuzzy

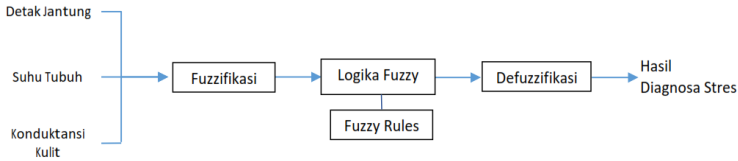
Logika fuzzy merupakan metode yang digunakan untuk mendiagnosa tingkat stres berbasis aturan-aturan yang dibuat. metode ini digunakan untuk memecahkan masalah yang nilai parameternya terdapat ambiguitas dan ketidakjelasan.

Logika fuzzy digunakan mengolah data dari ketiga sensor meliputi sensor detak jantung, resistansi kulit, dan suhu tubuh.

Dari ketiga sensor tersebut masih dikelompokkan menjadi empat kondisi yaitu rileks, tenang, cemas dan tegang.

Sistem Fuzzy pada tugas akhir ini menggunakan tiga input yaitu:

1. Detak Jantung
2. Suhu tubuh
3. Konduktansi kulit (GSR)



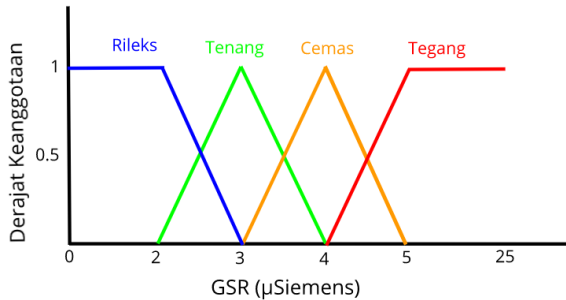
Gambar 3.15 Diagram Blok Diagnosa Stres

Data input terdiri dari 3 buah data sensor, setiap sensor memiliki 4 klasifikasi tingkat stres, diagram blok fuzzy seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.15. Untuk menentukan output dari ketiga parameter sensor dan disetiap parameter terdiri dari 4 kondisi maka dibuat suatu aturan atau *rule-rule* yang akan menghasilkan keputusan dari *fuzzy controller*. Dasarnya *rule-rule* ini adalah sebuah *rule if-and-then*. Karena terdapat 3 input sensor dan 4 kondisi, maka terdapat $4^3 = 64$ rule untuk menentukan output tingkat stres.

Ketiga parameter tersebut bisa digunakan untuk mendeteksi tingkat stres seseorang menurut Suwarta(2012) [10]. Hubungan antara parameter tingkat stres dengan kondisi tingkat stres secara terperinci ditampilkan dalam tabel 3.4.

Tabel 3.4 Parameter Tingkat Stres

Kondisi	Parameter			
	GSR (μ Siemens)	Denyut Jantung(bpm)	Suhu Tubuh($^{\circ}$ C)	Tekanan Darah (mmHg)
Rileks	<2	60-70	36-37	100/70- 110/75
Tenang	2-4	70-90	35-36	110/75- 120/85
Cemas	4-6	90-100	33-35	120/90- 130/110
Tegang	>6	>100	<33	>130- >110

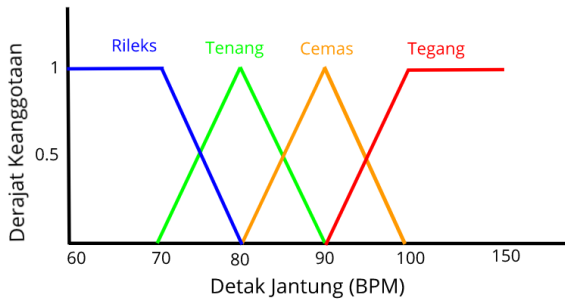


Gambar 3.16 Fungsi Keanggotaan GSR

Setelah diketahui tingkatan stress seperti pada tabel 3.4 yang meliputi 4 kondisi yaitu rileks, tenang, cemas, dan tegang, maka dibuatlah fungsi keanggotaan (*membership function*) berdasarkan jenis sensor yaitu sensor GSR, sensor detak jantung, dan sensor suhu tubuh.

Pada parameter sensor GSR yang digunakan untuk mengetahui konduktansi kulit. Terdapat 4 kondisi yaitu rileks dengan range $<2\mu\text{S}$, pada kondisi tenang bernilai $2\text{--}4\mu\text{S}$, pada kondisi cemas $4\text{--}6\mu\text{S}$ dan pada kondisi tegang $>6\mu\text{S}$.

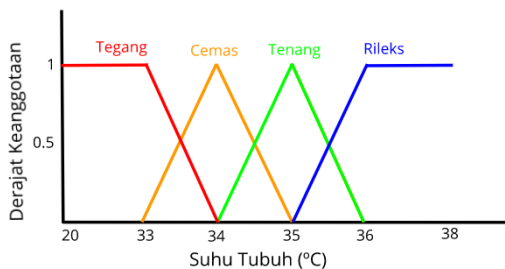
Fungsi keanggotaan merupakan representasi derajat keanggotaan dari setiap input parameter. Yang nilainya berada diantara 0 sampai 1. Fungsi keanggotaan GSR dapat dilihat pada gambar 3.16 Untuk desain penentuan fungsi keanggotaan pada kondisi rileks derajat keanggotaan maksimum bernilai 1 terletak pada $2\mu\text{S}$ dan akan semakin turun ketika melebihi $2\mu\text{S}$. Kondisi tenang derajat keanggotaan maksimum ditentukan pada $3\mu\text{S}$ dan representasi kurva berbentuk segitiga yang berarti derajat keanggotaan akan semakin turun ketika mendekati $2\mu\text{S}$ dan $4\mu\text{S}$. Kondisi cemas representasi kurva berbentuk segitiga dengan derajat maksimum berada di titik $4\mu\text{S}$, dan akan semakin turun ketika mendekati titik $3\mu\text{S}$ dan $5\mu\text{S}$. Kondisi Tegang terjadi dengan derajat keanggotaan tertinggi pada titik $5\mu\text{S}$ sampai $25\mu\text{S}$.



Gambar 3.17 Fungsi Keanggotaan Denyut Jantung

Pada parameter sensor denyut jantung gambar 3.17, Terdapat 4 kondisi yaitu rileks dengan *range* 60-70, pada kondisi tenang bernilai 70-90, pada kondisi cemas 90-100 dan pada kondisi tegang >100.

Untuk desain penentuan fungsi keanggotaan pada kondisi rileks derajat keanggotaan maksimum bernilai 1 terletak pada 70, nilainya akan semakin turun ketika mendekati titik 80. Pada kondisi tenang derajat keanggotaan maksimum ditentukan pada 80 dan representasi kurva berbentuk segitiga yang berarti derajat keanggotaan akan semakin turun ketika mendekati 70 dan 90. Kondisi cemas representasi kurva berbentuk segitiga dengan derajat maksimum berada di titik 90, dan akan semakin turun ketika mendekati titik 80 dan 100. Kondisi tegang terjadi dengan derajat keanggotaan tertinggi pada titik 100 sampai 150.



Gambar 3.18 Fungsi Keanggotaan Suhu Tubuh

Pada parameter sensor suhu tubuh gambar 3.18, Terdapat 4 kondisi yaitu Rileks dengan *range* 36-37°C, pada kondisi tenang bernilai 35-36°C pada kondisi cemas 33-35°C dan pada kondisi tegang <33°C.

Untuk desain penentuan fungsi keanggotaan pada kondisi rileks derajat keanggotaan maksimum yang bernilai 1 terletak pada 36°C, nilainya akan semakin turun ketika mendekati titik 35°C. Pada kondisi tenang derajat keanggotaan maksimum ditentukan pada 35°C dan representasi kurva berbentuk segetiga yang berarti derajat keanggotaan akan semakin turun ketika mendekati 34°C dan 36°C. Kondisi cemas representasi kurva berbentuk segitiga dengan derajat maksimum berada di titik 34°C, dan akan semakin turun ketika mendekati titik 33°C dan 35°C. Kondisi tegang terjadi dengan derajat keanggotaan tertinggi pada titik 33°C sampai 20°C.

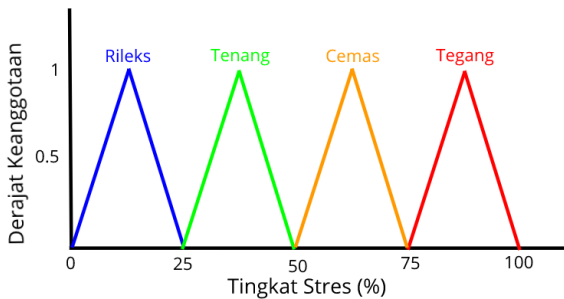
Berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah dibuat pada setiap sensor yang meliputi sensor suhu, sensor konduktifitas kulit dan sensor detak jantung dengan masing-masing fungsi keanggotaan memiliki 4 kondisi yaitu rileks, tenang, cemas, dan tegang maka dibuat aturan atau *rule-rule* fuzzy untuk penentuan kondisi tingkat stres. *Rule* yang telah dibuat seperti pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 *Rule Fuzzy*

RULE	GSR	SUHU	BPM	HASIL
1	Rileks	Rileks	Rileks	Rileks
2	Rileks	Rileks	Tenang	Rileks
3	Rileks	Rileks	Cemas	Tenang
4	Rileks	Rileks	Tegang	Cemas
5	Rileks	Tenang	Rileks	Rileks
6	Rileks	Tenang	Tenang	Tenang
7	Rileks	Tenang	Cemas	Tenang
8	Rileks	Tenang	Tegang	Cemas
9	Rileks	Cemas	Rileks	Tenang
10	Rileks	Cemas	Tenang	Tenang
11	Rileks	Cemas	Cemas	Cemas
12	Rileks	Cemas	Tegang	Cemas
13	Rileks	Tegang	Rileks	Tenang
14	Rileks	Tegang	Tenang	Tenang
15	Rileks	Tegang	Cemas	Cemas
16	Rileks	Tegang	Tegang	Cemas
17	Tenang	Rileks	Rileks	Rileks
18	Tenang	Rileks	Tenang	Tenang
19	Tenang	Rileks	Cemas	Tenang
20	Tenang	Rileks	Tegang	Tenang
21	Tenang	Tenang	Rileks	Tenang
22	Tenang	Tenang	Tenang	Tenang
23	Tenang	Tenang	Cemas	Tenang
24	Tenang	Tenang	Tegang	Cemas
25	Tenang	Cemas	Rileks	Cemas
26	Tenang	Cemas	Tenang	Tenang
27	Tenang	Cemas	Cemas	Cemas
28	Tenang	Cemas	Tegang	Cemas
29	Tenang	Tegang	Rileks	Tenang
30	Tenang	Tegang	Tenang	Cemas
31	Tenang	Tegang	Cemas	Cemas

Lanjutan **Tabel 3.5**

RULE	GSR	SUHU	BPM	HASIL
32	Tenang	Tegang	Tegang	Cemas
33	Cemas	Rileks	Rileks	Tenang
34	Cemas	Rileks	Tenang	Tenang
35	Cemas	Rileks	Cemas	Cemas
36	Cemas	Rileks	Tegang	Cemas
37	Cemas	Tenang	Rileks	Tenang
38	Cemas	Tenang	Tenang	Tenang
39	Cemas	Tenang	Cemas	Cemas
40	Cemas	Tenang	Tegang	Cemas
41	Cemas	Cemas	Rileks	Cemas
42	Cemas	Cemas	Tenang	Cemas
43	Cemas	Cemas	Cemas	Cemas
44	Cemas	Cemas	Tegang	Cemas
45	Cemas	Tegang	Rileks	Cemas
46	Cemas	Tegang	Tenang	Cemas
47	Cemas	Tegang	Cemas	Cemas
48	Cemas	Tegang	Tegang	Tegang
49	Tegang	Rileks	Rileks	Tenang
50	Tegang	Rileks	Tenang	Tenang
51	Tegang	Rileks	Cemas	Cemas
52	Tegang	Rileks	Tegang	Cemas
53	Tegang	Tenang	Rileks	Tenang
54	Tegang	Tenang	Tenang	Cemas
55	Tegang	Tenang	Cemas	Cemas
56	Tegang	Tenang	Tegang	Cemas
57	Tegang	Cemas	Rileks	Cemas
58	Tegang	Cemas	Tenang	Cemas
59	Tegang	Cemas	Cemas	Cemas
60	Tegang	Cemas	Tegang	Tegang
61	Tegang	Tegang	Rileks	Cemas
62	Tegang	Tegang	Tenang	Cemas
63	Tegang	Tegang	Cemas	Tegang
64	Tegang	Tegang	Tegang	Tegang



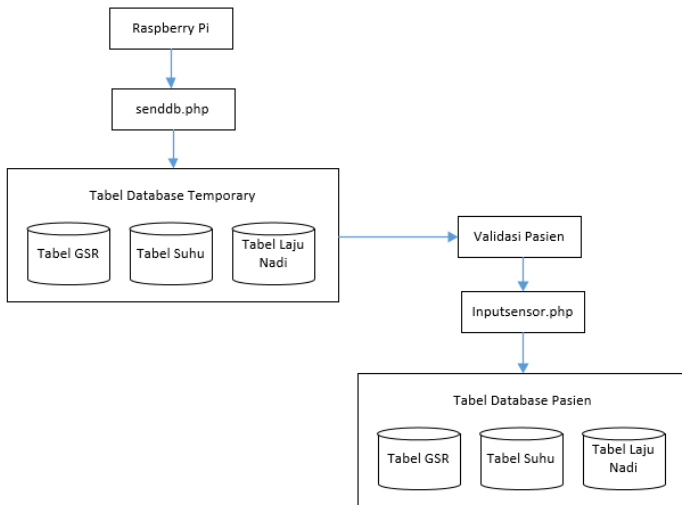
Gambar 3.19 Fungsi Keanggotaan Tingkat Stres

Karena terdapat 3 input sensor dan 4 output membership, maka terdapat $4^3 = 64$ rule untuk menentukan output tingkat stress, rule fuzzy dapat damati seperti pada tabel 3.5.

Dari ketiga parameter tingkat stres yang meliputi pembacaan sensor suhu tubuh, denyut jantung, dan konduktansi kulit dapat dikelompokkan keanggotaan outputnya berdasarkan *rule* atau aturan fuzzy yang diterapkan. Hasil pengolahan fuzzy dapat dikelompokkan seperti pada fungsi keanggotaan tingkat stres pada gambar 3.19. Output fuzzy pada jangkauan nilai 0 sampai 25 berarti pada kondisi rileks, ketika 25 sampai 50 maka kondisinya tenang, 50 sampai 75 kondisi cemas, dan ketika 75 sampai 100 maka kondisinya adalah tegang.

3.4 Perancangan dan Pembuatan *Database*

Perancangan *database* digunakan untuk menyimpan data pembacaan sensor – sensor, hasil pengolahan sensor, dan data profil pasien. Pada gambar 3.20 merupakan diagram blok dari *database* yang dibuat dengan menggunakan *phpMyAdmin*, versi php yang digunakan adalah php 5.4.



Gambar 3.20 Diagram Blok Pengiriman Data

```

urllib2.urlopen("http://why-stress.000webhostapp.com/rd/
senddb2.php?temperature1="+suhu+"&jantung1="+bpm+
&skin1="+gsr+"&id=1").read()
  
```

Gambar 3.21 Program *Python* untuk Pengiriman Data

3.5 Pengiriman Data Sensor ke *Database*

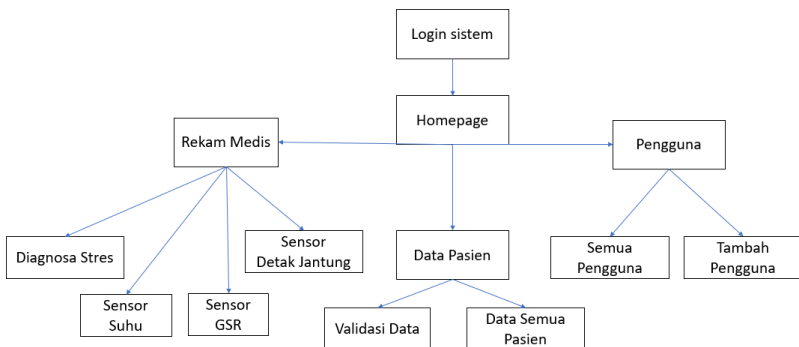
Data pembacaan sensor – sensor dikirimkan Raspberry Pi melalui jaringan nirkabel *wifi*, pengiriman dilakukan setiap satu detik. Program python yang digunakan untuk mengirimkan data pembacaan sensor – sensor ke *database* pada gambar 3.21 memanfaatkan *library* *urllib2* pada python. Pada gambar 3.20 setelah data pembacaan sensor dari Raspberry Pi dikirim, pada bagian server yang memproses data tersebut untuk disimpan pada tabel *database temporary* adalah program *senddb.php*. Program akan memperbarui (*update*) nilai dalam tabel *database temporary* tiap detik. Setelah data divalidasi berdasarkan pasien yang diuji maka data sensor akan disimpan pada tabel *database pasien* sesuai nama pasien yang diuji, proses ini dilakukan oleh program *inputsensor.php*.

3.6 Perancangan dan Pembuatan Website

Perancangan dan pembuatan website digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan ketiga sensor yaitu sensor detak jantung, konduktansi kulit, dan suhu tubuh. Website dapat menampilkan hasil pembacaan sensor dengan mengakses *database*. Diagnosa tingkat stress dari pembacaan sensor dengan menggunakan metode fuzzy dilakukan atau diolah pada sistem website, jadi perancangan dan pembuatan website pada tugas akhir ini bertujuan untuk menampilkan hasil pembacaan ketiga sensor dan pengolahan diagnosa tingkat stres dari setiap pasien. Pemrograman website dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP.

Struktur website seperti pada gambar 3.22 diawali dengan login sistem yaitu sistem yang bertujuan untuk mencocokkan apakah pengguna sudah terdaftar di *database* atau belum. Hanya pengguna dengan level admin yang dapat mengakses semua menu web yang meliputi menu data sensor, data pasien, dan menu pengguna.

Dalam menu data sensor berisi 3 halaman web meliputi hasil pembacaan sensor suhu, sensor konduktifitas kulit (GSR), dan sensor detak jantung. Pada menu data pasien berisi 2 halaman web meliputi validasi data dan data semua pasien, pada halaman validasi data berfungsi sebagai validasi hasil pembacaan data sensor berdasarkan pasien yang diuji. Pada menu pengguna berisi 2 halaman web yaitu halaman semua pengguna dan halaman tambah pengguna.

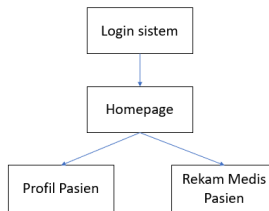


Gambar 3.22 Struktur Website

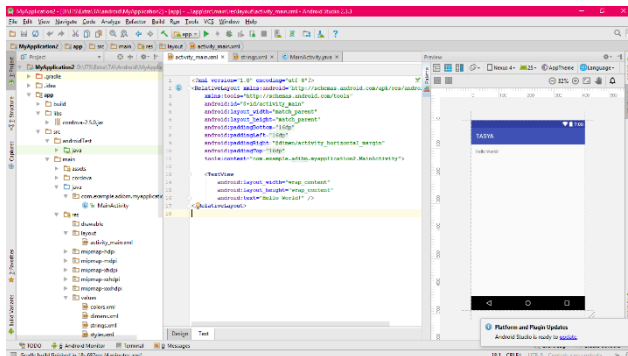
3.7 Perancangan Android

Pada perancangan aplikasi android dirancang untuk menampilkan hasil pembacaan sensor – sensor dan hasil diagnosa stres untuk para pasien, sehingga dapat melihat hasil rekam medis dari mana saja dan kapan saja.

Struktur aplikasi android yang telah dibuat memiliki struktur seperti pada gambar 3.23. Aplikasi diawali dengan login sistem untuk mengecek apakah pasien memang benar – benar terdaftar atau tidak. Setelah itu pasien dapat mengakses hasil rekam medisnya. Aplikasi android dibuat dengan menggunakan Android Studio seperti pada gambar 3.24.



Gambar 3.23 Struktur Aplikasi Android



Gambar 3.24 Perancangan Aplikasi Menggunakan Android Studio

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

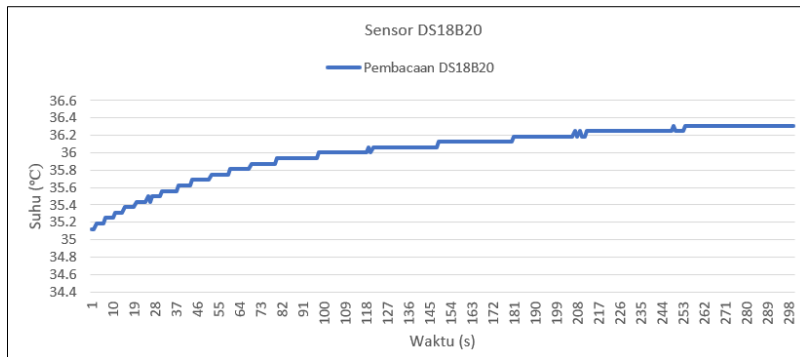
Dalam bab ini dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan serta analisa dari sistem yang dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan tingkat kekurangan dari sistem tugas akhir ini. Pengujian pertama-tama dilakukan secara terpisah, kemudian baru dilakukan pengujian sistem yang terintegrasi. Berdasarkan data-data dan bukti-bukti pengujian akan dapat diambil analisa terhadap proses kerja yang nantinya dapat digunakan untuk menarik kesimpulan dari apa yang telah dibuat.

4.1 Pengujian Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang berbasis sirkuit terpadu yang di dalamnya berisi sensor suhu, *analog to digital converter* (ADC), dan memori untuk menyimpan sementara pembacaan suhu. Output dari sensor berupa temperatur aktual, komunikasi antara sensor DS18B20 dan Raspberry Pi menggunakan *One Wire*. Sehingga untuk mendapatkan data pembacaan suhu cukup dengan mengakses direktori *one wire*.



Gambar 4.1 Pengujian Sensor DS18B20

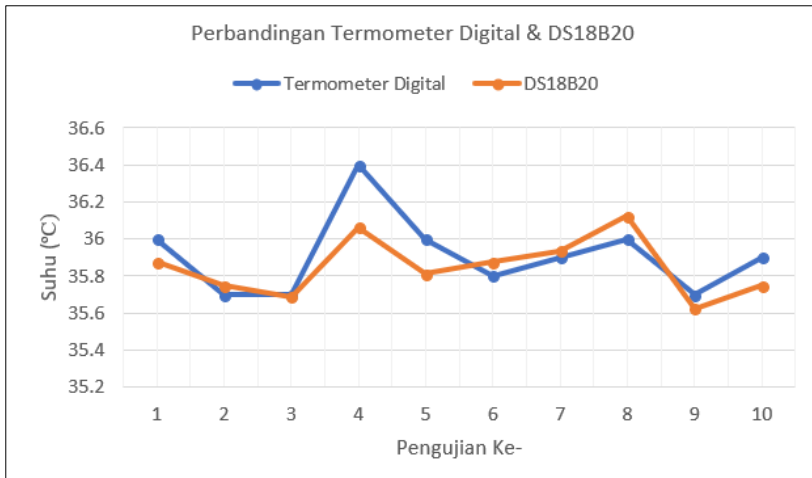


Gambar 4.2 Grafik Pengujian Sensor DS18B20

Setelah didapatkan hasil pengujian sensor DS18B20 dibuat grafik gambar 4.2. Pengujian sensor DS18B20 dilakukan dalam waktu 5 menit dengan kondisi sensor digenggam seperti pada gambar 4.1 suhu yang terukur sekitar 36.312°C. Output kenaikan pembacaan sensor suhu relatif stabil pada menit ke 3 sampai menit ke 5 yaitu antara 36.2°C sampai 36.312°C.

Tabel 4.1 Pengujian Termometer Digital dan Sensor DS18B20

Pengujian Ke	Termometer Digital (°C)	Sensor Suhu DS18B20 (°C)	Error (%)
1	36.0	35.875	0.347222
2	35.7	35.750	0.140056
3	35.7	35.687	0.036415
4	36.4	36.062	0.928571
5	36.0	35.812	0.522222
6	35.8	35.875	0.209497
7	35.9	35.937	0.103064
8	36.0	36.125	0.347222
9	35.7	35.625	0.210084
10	35.9	35.750	0.417827



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Termometer Digital & Sensor DS18B20

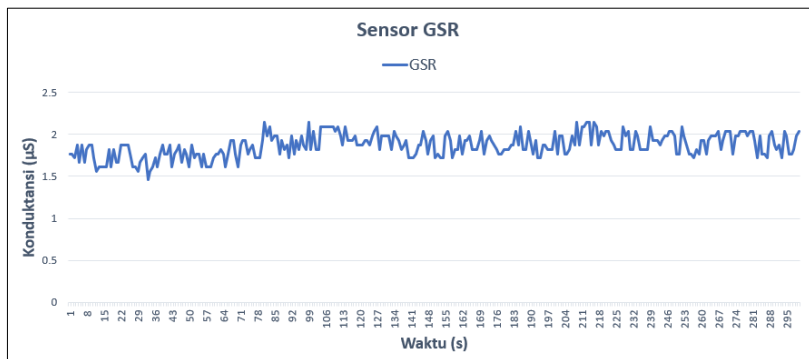
Perbandingan pembacaan termometer digital dan sensor suhu DS18B20 yang digunakan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1 bahwa nilai persentase error dari 10 kali pengambilan data, nilai persentase error terkecil 0.103064% dan nilai persentase error terbesar 0.928571%.

4.2 Pengujian Sensor GSR

Pengujian sensor GSR atau *Galvanic Skin Response* digunakan untuk mengukur nilai konduktansi kulit. Pengujian dilakukan dengan memasang elektroda sensor GSR pada kedua jari seperti pada gambar 4.4 dengan memastikan elektrode sudah menyentuh kulit bagian telapak tangan.



Gambar 4.4 Pengujian Sensor GSR

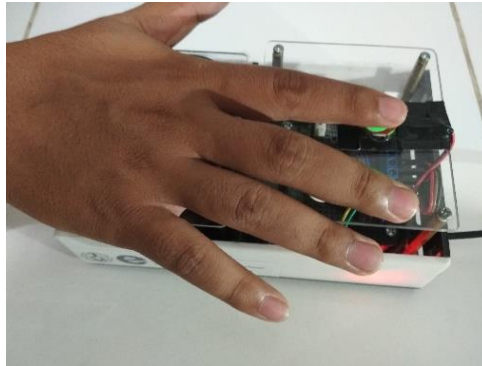


Gambar 4.5 Grafik Pengujian Sensor GSR

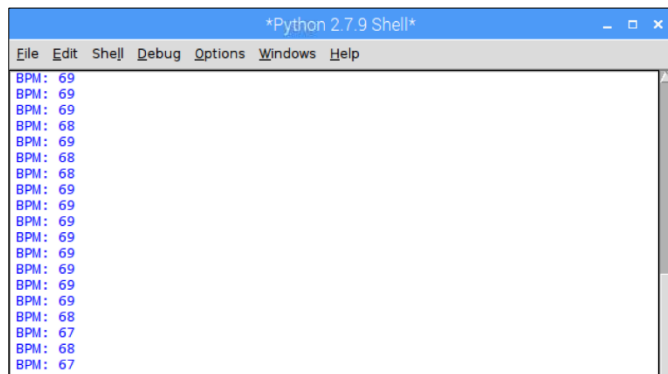
Pada pengujian sensor GSR dilakukan selama 300 detik atau sekitar 5 menit, didapatkan hasil grafik seperti pada gambar 4.5. Nilai konduktifitas kulit yang terukur dalam satuan μS .

4.3 Pengujian *Pulse Sensor*

Pulse sensor atau sensor pulsa digunakan untuk mengukur banyaknya detak jantung dalam satu menit atau disebut juga dengan *beat per minutes (BPM)*. Sensor dipasang pada tubuh manusia tepatnya pada bagian ujung jari tangan seperti pada gambar 4.6. Sensor menggunakan prinsip kerja *photoplethysmography* yaitu mendeteksi detak jantung berdasarkan fluktuasi sinyal yang dipengaruhi oleh aliran darah.



Gambar 4.6 Pengujian *Pulse Sensor*

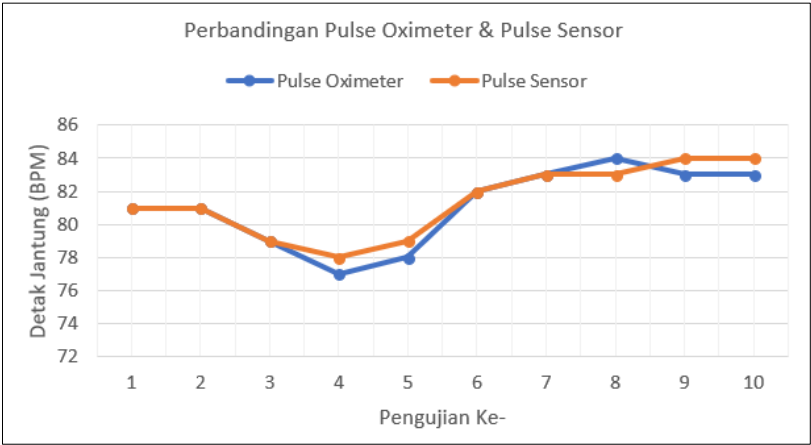


Gambar 4.7 Hasil Pembacaan *Pulse Sensor*

Tabel 4.2 Pengujian Pulse Oximeter dan Pulse Sensor

Pengujian Ke	Pulse Oximeter (BPM)	Pulse Sensor (BPM)	Error (%)
1	81	81	0
2	81	81	0
3	79	79	0
4	77	78	1.298701
5	78	79	1.282051
6	82	82	0
7	83	83	0
8	84	83	1.190476
9	83	84	1.204819
10	83	84	1.204819

Pulse sensor yang digunakan dibandingkan dengan *pulse oximeter* buatan pabrik yang sudah terkalibrasi hasilnya dapat diamati pada tabel 4.2, pada tabel tersebut dilakukan 10 kali pengambilan data didapatkan persentase error terkecil yaitu 0% dan persentase error terbesar 1.298701% dan digrafikan pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan *Pulse Oximeter* & *Pulse Sensor*

4.4 Pengujian Keseluruhan Sensor

Pengujian kesuruhan sensor yaitu sensor suhu tubuh, sensor GSR, sensor detak jantung seperti pada gambar 4.9 dilakukan secara bersamaan kemudian hasil pembacaan sensor dikirimkan pada ke *database server* melalui jaringan *wireless*, hasil pembacaan sensor dapat diamati pada gambar 4.10.



Gambar 4.9 Pengujian Keseluruhan Sensor



Gambar 4.10 Pembacaan Keseluruhan Sensor

4.5 Pengujian Website

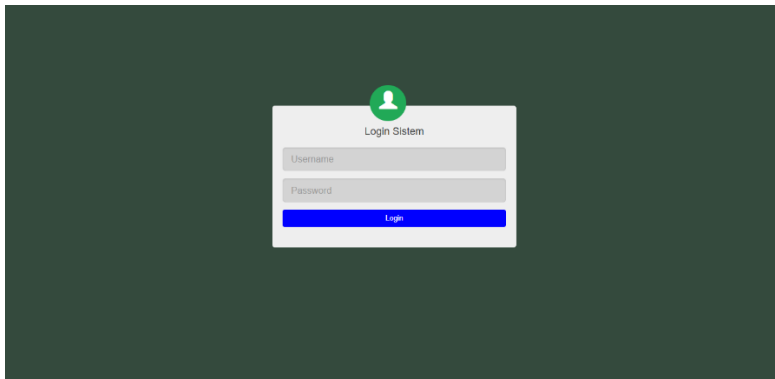
Pengujian website dilakukan dengan menguji apakah website dapat menampilkan data pembacaan sensor – sensor yang telah disimpan di database, dan mengolahnya dengan logika fuzzy untuk melakukan diagnosa tingkat stres pasien.

Website yang telah dibuat terdiri dari beberapa halaman web, yaitu :

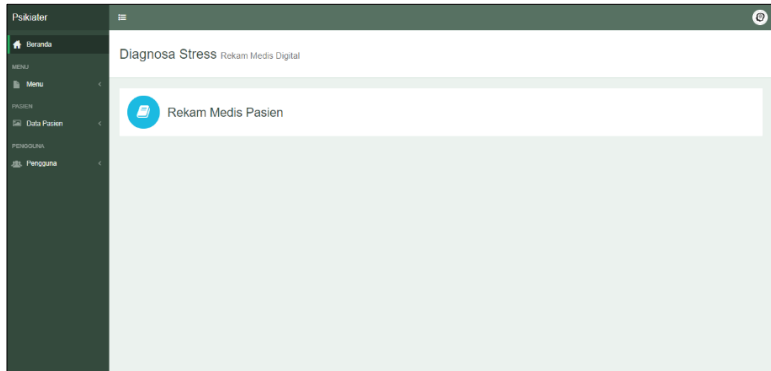
- Login sistem
- Beranda
- Tambah *user*
- Validasi
- Halaman Suhu
- Halaman GSR
- Halaman Laju Nadi
- Halaman Diagnosa Stres
- Halaman Data Semua Pasien

4.5.1 Login Sistem

Login sistem adalah sistem dari website yang digunakan untuk menverifikasi anggota pengguna untuk masuk ke sistem diagnosa stres dan rekam medis digital, proses verifikasi dilakukan dengan memasukkan *username* dan *password* kemudian masukkan tersebut dicocokkan dengan *database*. Tampilan login sistem seperti pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Login Sistem



Gambar 4.12 Beranda

4.5.2 Beranda

Jika admin memasukkan *username* dan *password* dengan benar maka admin akan masuk ke halaman beranda gambar 4.12.

4.5.3 Tambah User

Halaman tambah *user* digunakan untuk menambahkan pengguna atau *user*, untuk dapat menambahkan *user* perlu mengisi *form username*, *password*, nama lengkap, usia dan data diri lainnya seperti pada gambar 4.13 . Data profil *user* akan disimpan dalam database *phpMyAdmin* seperti pada gambar 4.14.

Gambar 4.13 Menambahkan User

	id_user	username	password	nama_lengkap	email	usia	kelamin	level	id_session
	1	admin	21232097a57a5a743894a0e4a01f1c3	Administrator	admin@stress.com	22	L	1	184e6548e7efeg1n7b5ja3
	4	Dandi	32408919e7395c5439e6da3e1eb0f5	Dandi Zulfair	dandizulfair@gmail.com	24	L	3	32408919e7395c5439e6da3e1eb0f5
	2	wahyu	32c9e71e896ecbc93e497482aa8779f	Wahyu Irfan B	wahyurfan@outlook.com	23	L	3	32c9e71e896ecbc93e497482aa8779f
	5	Ari	8ba495f93494af8f1a5cc0c2a5a5d0	Ari Hidayanto	arhdayanto44@gmail.com	24	L	3	8ba495f93494af8f1a5cc0c2a5a5d0
	7	Prayogo	a2b85491e63bfef773a3ef12ab56286	Wahyu Satrio Prayogo	wahyuprayogo26@gmail.com	24	L	3	a2b85491e63bfef773a3ef12ab56286
	6	Hatim	4d1e5b930ac3c4b35c2940785a7c81a	Abu Hatim	abuhatim@gmail.com	23	L	3	4d1e5b930ac3c4b35c2940785a7c81a
	3	Dian	9422367ab5f5e5d124b3c39886a507	Dian Haepa P	dhepa12@gmail.com	22	P	3	9422367ab5f5e5d124b3c39886a507
	8	Unmi	137134d02ebef4911b05a8d33c5c2	Unmi Robbaniyah	ria.musthofa@gmail.com	23	P	3	137134d02ebef4911b05a8d33c5c2
	9	Isky	c8a4849f5e4baa2b70a70eb12463e7	Isky Fithafy	iskyfithafy@gmail.com	24	P	3	c8a4849f5e4baa2b70a70eb12463e7
	10	Umi	1f495770aeb092133703b3c4054257	Umi Fandah	umifandahsuhang@gmail.com	24	P	3	1f495770aeb092133703b3c4054257
	11	Yusnanda	c9a2e2d73ec19aabe5100c2c4014b0	Yusnanda Nur H	yusnanda.nur@gmail.com	22	P	3	c9a2e2d73ec19aabe5100c2c4014b0
	12	Invan	b360089e48b6289fc309a1b5ef024d	Invan Juniar	invanjuniars@gmail.com	24	L	3	b360089e48b6289fc309a1b5ef024d
	13	Fery	d0256bd76c9ef1e1c78606099bdf5f	Fery Setiawan	ferykun@gmail.com	28	L	3	d0256bd76c9ef1e1c78606099bdf5f
	14	Gusti	2c309021a3d409129a95e4733825048	Gusti Pining	gustipining@gmail.com	23	L	3	2c309021a3d409129a95e4733825048
	15	Andre	d0573120e473d89140e34e8117895495	Andre Perviratama	andreperviratama@gmail.com	22	L	3	d0573120e473d89140e34e8117895495
	16	Rikho	38f7b67c2b060169961641da39faaf	Rikho Yusuf Abbas	rikho Yusuf@gmail.com	25	L	3	38f7b67c2b060169961641da39faaf
	17	Syafiq	87efe97528597dca5b1790135a4c48	Ahmad Syafiq Suali	ahmadyafiq@gmail.com	22	L	3	87efe97528597dca5b1790135a4c48

Gambar 4.14 Database Data Profil User

Psikiater

Beranda

Menu

Data Pasien

Data semua Pasien

Pengguna

Data semua pasien

Beranda > Profil Semua Pasien

Laporan

Nama Pasien

Kirim

Gambar 4.15 Validasi

4.5.4 Validasi

Halaman validasi gambar 4.15 merupakan halaman untuk memvalidasi data sensor sesuai dengan pasien yang diperiksa. Setelah memilih nama pasien yang sudah tervalidasi, data sensor akan dikirim ke *database* pasien untuk diolah dengan metode fuzzy.

4.5.5 Halaman GSR

Halaman GSR menampilkan data konduktansi kulit tubuh dari setiap pasien. Setiap pasien diambil sampel konduktansi kulitnya sebanyak 5 kali. Tampilan halaman GSR gambar 4.16 ini diambil dari *database* tabel gsr pasien yang telah divalidasi.

No.	Nama	GSR	Tanggal
1	Dian	1.013	2018-05-13 11:06:30
2	Dian	1.457	2018-05-13 11:06:53
3	Dian	1.354	2018-05-13 11:07:14
4	Dian	0.996	2018-05-13 11:07:41
5	Dian	1.149	2018-05-13 11:18:25
6	Dandi	2.729	2018-05-13 11:25:10
7	Dandi	3.013	2018-05-13 11:26:28
8	Dandi	5.895	2018-05-13 11:26:59
9	Dandi	4.237	2018-05-13 11:27:15
10	Dandi	5.411	2018-05-13 11:28:29

Gambar 4.16 Halaman GSR

4.5.6 Halaman Suhu

Halaman Suhu menampilkan data suhu tubuh dari setiap pasien. Setiap pasien diambil sampel suhu sebanyak 5 kali. Tampilan halaman suhu gambar 4.17 ini diambil dari *database* tabel suhu pasien yang telah divalidasi

No.	Nama	Suhu	Tanggal
1	Dian	35.06	2018-05-13 11:06:30
2	Dian	35.18	2018-05-13 11:06:53
3	Dian	35.37	2018-05-13 11:07:14
4	Dian	35.50	2018-05-13 11:07:41
5	Dian	35.68	2018-05-13 11:18:25
6	Dandi	34.43	2018-05-13 11:25:10
7	Dandi	34.93	2018-05-13 11:26:28
8	Dandi	35.00	2018-05-13 11:26:59
9	Dandi	35.06	2018-05-13 11:27:15
10	Dandi	35.12	2018-05-13 11:28:29

Gambar 4.17 Halaman Suhu

No.	Nama	Laju Nadi	Tanggal
1	Dian	81	2018-05-13 11:06:30
2	Dian	83	2018-05-13 11:06:53
3	Dian	83	2018-05-13 11:07:14
4	Dian	84	2018-05-13 11:07:41
5	Dian	88	2018-05-13 11:18:25
6	Dandi	73	2018-05-13 11:20:10
7	Dandi	71	2018-05-13 11:26:28
8	Dandi	73	2018-05-13 11:26:59
9	Dandi	75	2018-05-13 11:27:15
10	Dandi	74	2018-05-13 11:28:29

Gambar 4.18 Halaman Laju Nadi

4.5.7 Halaman Laju Nadi

Halaman Laju nadi menampilkan detak jantung dari setiap pasien. Setiap pasien diambil sampel detak jantungnya sebanyak 5 kali. Halaman laju nadi gambar 4.18 ini diambil dari *database* tabel laju nadi pasien.

4.5.8 Halaman Diagnosa Stres

Halaman Diagnosa Stres gambar 4.19 merupakan bagian dari halaman web yang berfungsi untuk menampilkan pembacaan data sensor meliputi sensor gsr, sensor suhu, dan sensor laju nadi dari masing – masing pasien. Pada halaman diagnosa stres juga menampilkan hasil komputasi ketiga input sensor tersebut dengan menggunakan metode logika fuzzy untuk mendiagnosa tingkat stres, proses pengolahan logika fuzzy dilakukan pada *webserver*. Pemrograman logika fuzzy meliputi fuzzifikasi, penentuan *rule*, dan defuzzifikasi dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP.

No.	Suhu	Laju Nadi	GSR	Nama Pasien	Kondisi	Tingkat Stres (%)	Tanggal
1	34.06	97	13.68	Andre	Tegang	78.527888036117	2018-05-14 01:53:28
2	33.87	96	14.72	Andre	Tegang	80.763883495146	2018-05-14 01:52:21
3	33.62	96	7.853	Andre	Tegang	80.112137203166	2018-05-14 01:51:30
4	33.50	95	13.92	Andre	Tegang	75	2018-05-14 01:50:24
5	33.00	85	8.986	Andre	Tegang	75	2018-05-14 01:49:28
6	35.25	88	15.05	Ari	Cemas	55.577873918410	2018-05-13 11:43:19
7	35.18	88	16.89	Ari	Cemas	55.494505494506	2018-05-13 11:42:47

Gambar 4.19 Halaman Diagnosa Stres

4.5.9 Halaman Data Semua Pasien

Halaman semua data pasien menampilkan informasi data dari semua pasien meliputi nama, jenis kelamin dan usia serta hasil pembacaan sensor dari parameter tingkat stres pasien. dengan mengklik icon detail maka akan muncul detail hasil pemeriksaan meliputi hasil pemeriksaan suhu tubuh, gsr dan laju nadi tiap pasien.

No	username	Nama	No Hp	Jenis Kelamin	Usia	Alamat	Detail
1	admin	Administrator	08563530525	L	22	Kelurahan 14	Detail
2	Dandi	Dandi Zulfikar	085735792532	L	24		Detail
3	valhyu	Valhyu Irfan D	08563530525	L	23		Detail
4	Ari	Ari Hidayanto	081251608080	L	24		Detail
5	Prayogo	Valhyu Salino Prayogo	0987653456	L	24		Detail
6	Halim	Alzu Halim	085635678923	L	23		Detail
7	Dian	Dian Neppa P.	082141114216	P	22		Detail
8	Umri	Umri Robbaniyah	082335835751	P	23		Detail
9	Isky	Isky Fithayy	082245049487	P	24		Detail
10	Umi	Umi Fardah	081252607399	P	24		Detail
11	Yusanda	Yusanda Nur H	082257526224	P	22		Detail

Gambar 4.20 Halaman Data Semua Pasien

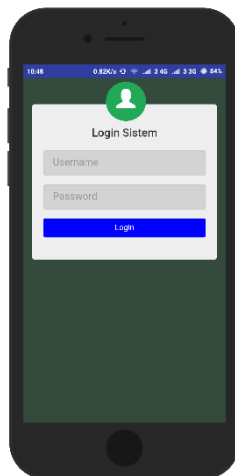
4.6 Pengujian Aplikasi Android

Aplikasi android dirancang untuk pasien agar dapat mengakses data rekam medisnya. Dengan aplikasi android pasien dapat mengakses hasil rekam medisnya dari mana saja dan kapan saja. Aplikasi android terdiri dari 3 halaman, yaitu :

- Login Sistem
- Beranda
- Rekam Medis Pasien

4.6.1 Login Sistem

Login sistem pada aplikasi android gambar 4.21 pada dasarnya sama dengan login sistem pada website yaitu dengan mencocokkan dengan *database user* yang telah tersimpan. Pada login sistem android, pasien diminta untuk memasukkan *username* dan *password* agar bisa mengakses atau melihat rekam medisnya.



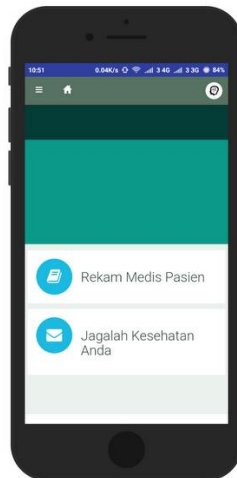
Gambar 4.21 Login Sistem Aplikasi Android

4.6.2 Beranda

Beranda adalah tampilan awal pada aplikasi android ketika pasien berhasil login dari sistem. Pada beranda terdapat menu “Rekam Medis Pasien” menu tersebut jika dipilih akan menampilkan hasil rekam medis pasien.

4.6.3 Rekam Medis Pasien

Pada halaman rekam medis pasien akan menampilkan hasil pembacaan dari ketiga sensor dan mengeplotnya dalam bentuk grafik. Tampilan hasil rekam medis dapat diamati pada gambar 4.22 berikut.



Gambar 4.22 Beranda Aplikasi Android



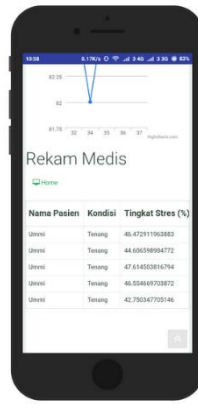
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.23 Tampilan Aplikasi Android
(a)Data Sensor Suhu, (b)Data Sensor GSR,
(c)Data Sensor Detak Jantung, (d)Hasil Diagnosa Tingkat Stres

4.7 Data Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pemeriksaan pada pasien secara keseluruhan yang meliputi pengujian dari sensor suhu, sensor GSR, dan sensor denyut jantung, yang kemudian data dari ketiga sensor tersebut disimpan dalam *database* dan diolah pada *webserver* dengan metode logika fuzzy didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian

No.	Nama Pasien	Suhu (C)	Laju Nadi (BPM)	GSR (μ S)	Kondisi	Tingkat Stres (%)	Tanggal
1	Andre	34.06	97	13.68	Tegang	78.527088036117	18-05-14 01:53:28
		33.87	98	14.72	Tegang	80.703883495146	18-05-14 01:52:21
		33.62	98	7.853	Tegang	80.112137203166	18-05-14 01:51:30
		33.50	95	13.92	Tegang	75	18-05-14 01:50:24
		33.00	85	8.986	Tegang	75	18-05-14 01:49:28
2	Ari	35.25	88	15.05	Cemas	55.577873918418	18-05-13 11:43:19
		35.18	86	16.49	Cemas	55.494505494506	18-05-13 11:42:47
		34.75	79	17.54	Cemas	58.303698435277	18-05-13 11:41:57
		34.56	82	17.45	Cemas	62.5	18-05-13 11:41:43
		35.06	85	15.39	Cemas	59.166666666667	18-05-13 11:42:23
3	Dandi	34.43	73	2.729	Tenang	41.941852852116	18-05-13 11:25:10
		34.93	71	3.613	Tenang	40.917412530513	18-05-13 11:26:28
		35.12	74	5.411	Tenang	48.322510822511	18-05-13 11:28:29
		35.00	73	5.895	Tenang	46.472911963883	18-05-13 11:26:59
		35.06	75	4.237	Tenang	46.450617283951	18-05-13 11:27:15

Lanjutan **Tabel 4.3**

No.	Nama Pasien	Suhu (C)	Laju Nadi (BPM)	GSR (μ S)	Kondisi	Tingkat Stres (%)	Tanggal
4	Dian	35.18	83	1.457	Tenang	30.89378238342	18-05-13 11:06:53
		35.37	83	1.354	Tenang	27.226775956284	18-05-13 11:07:14
		35.50	84	0.996	Tenang	25	18-05-13 11:07:41
		35.68	86	1.149	Tenang	26.677489177489	18-05-13 11:18:25
		35.06	81	1.613	Tenang	34.891304347826	18-05-13 11:06:30
5	Fery	34.87	84	3.613	Tenang	48.322510822511	18-05-14 01:33:57
		34.93	76	4.008	Tenang	40.953947368421	18-05-14 01:34:45
		34.43	77	3.389	Tenang	48.364252388358	18-05-14 01:31:24
		34.43	78	4.008	Cemas	51.182795698925	18-05-14 01:32:23
		35.00	83	3.445	Tenang	47.20695970696	18-05-14 01:33:11
6	Gusti	34.87	96	1.927	Cemas	51.677489177489	18-05-14 01:41:14
		35.81	99	0.593	Cemas	58.402777777778	18-05-14 01:42:16
		34.56	85	0.394	Tenang	49.441964285714	18-05-14 01:46:40
		34.81	93	1.770	Tenang	46.472911963883	18-05-14 01:40:00
		35.93	94	0.996	Tenang	48.322510822511	18-05-14 01:45:52
7	Hatim	33.37	89	2.567	Cemas	57.783772981615	18-05-13 12:08:34
		34.37	88	1.927	Cemas	52.226775956284	18-05-13 12:10:46
		33.93	87	2.352	Cemas	53.311373092927	18-05-13 12:09:33
		33.00	86	2.245	Cemas	51.677489177489	18-05-13 12:08:19
		33.75	87	2.086	Cemas	53.527088036117	18-05-13 12:09:03

Lanjutan **Tabel 4.3**

No.	Nama Pasien	Suhu (C)	Laju Nadi (BPM)	GSR (μ S)	Kondisi	Tingkat Stres (%)	Tanggal
8	Irwan	34.06	89	1.509	Cemas	58.491847826087	18-05-14 01:26:31
		34.06	89	1.251	Cemas	58.491847826087	18-05-14 01:27:09
		33.93	85	0.996	Cemas	50	18-05-14 01:25:51
		33.87	87	1.047	Cemas	53.527088036117	18-05-14 01:25:02
		33.81	85	0.996	Cemas	50	18-05-14 01:23:05
9	Isky	31.43	72	0.643	Tenang	37.5	18-05-14 00:35:40
		31.93	72	0.643	Tenang	37.5	18-05-14 00:34:22
		31.75	74	0.895	Tenang	37.5	18-05-14 00:34:54
		31.81	74	2.893	Tenang	48.322510822511	18-05-14 00:33:38
		31.62	65	2.567	Tenang	37.5	18-05-14 00:33:11
10	Prayogo	35.25	88	0.593	Tenang	30.577873918418	18-05-13 12:17:20
		34.93	89	0.593	Tenang	40.491452991453	18-05-13 12:16:13
		35.37	87	0.593	Tenang	28.223453908985	18-05-13 12:17:45
		35.43	83	0.593	Tenang	26.182795698925	18-05-13 12:18:23
		35.56	82	0.643	Rileks	23.980686695279	18-05-13 12:19:05
11	Rikho	35.12	63	0.344	Rileks	12.5	18-05-14 02:02:02
		34.87	72	0.344	Rileks	19.296116504854	18-05-14 02:01:24
		34.68	70	0.344	Rileks	21.875	18-05-14 02:00:21
		34.62	68	0.344	Rileks	22.957516339869	18-05-14 01:57:08
		34.62	68	0.344	Rileks	22.957516339869	18-05-14 01:56:25

Lanjutan **Tabel 4.3**

No.	Nama Pasien	Suhu (C)	Laju Nadi (BPM)	GSR (μ S)	Kondisi	Tingkat Stres (%)	Tanggal
12	Syafiq	34.56	80	13.05	Cemas	62.5	18-05-14 02:16:45
		34.43	86	6.952	Cemas	62.5	18-05-14 02:15:49
		34.31	84	7.593	Cemas	62.5	18-05-14 02:14:15
		34.12	80	8.116	Cemas	62.5	18-05-14 02:13:30
		33.93	88	9.466	Cemas	65.570175438596	18-05-14 02:12:42
13	Umi	34.00	93	0.593	Cemas	62.5	18-05-14 00:43:05
		32.12	94	0.593	Cemas	62.5	18-05-14 00:40:39
		32.50	87	0.643	Cemas	53.527088036117	18-05-14 00:40:57
		34.25	94	0.593	Cemas	53.936637390213	18-05-14 00:43:41
		34.43	97	0.693	Cemas	52.886940749698	18-05-14 00:44:11
14	Ummi	33.81	83	1.406	Tenang	46.472911963883	18-05-13 19:08:01
		34.31	82	1.613	Tenang	44.606598984772	18-05-13 19:08:29
		34.50	83	1.561	Tenang	47.614503816794	18-05-13 19:08:49
		34.87	83	1.457	Tenang	42.750347705146	18-05-13 19:09:34
		34.68	83	1.509	Tenang	46.554669703872	18-05-13 19:09:13
15	Yusnanda	33.37	76	1.098	Tenang	37.5	18-05-14 00:51:54
		33.81	77	1.149	Tenang	37.5	18-05-14 00:53:31
		34.06	80	0.693	Tenang	37.5	18-05-14 00:54:11
		34.56	78	1.057	Tenang	29.807692307692	18-05-14 01:15:09
		34.68	77	1.047	Tenang	28.445330296128	18-05-14 00:57:02

Sistem diagnosa stres dan rekam medis digital yang *berbasis internet of things (IoT)* dengan memanfaatkan 3 buah sensor yaitu sensor suhu tubuh, sensor konduktifitas kulit, dan sensor denyut jantung dengan metode pengolahan logika fuzzy didapatkan hasil seperti pada tabel 4.3. Hasil pengujian pada tabel 4.3 dilakukan pada 15 subjek terdiri dari 5 orang perempuan dan 10 orang laki-laki, tingkat stres pasien dibagi menjadi 4 tingkatan yaitu kondisi rilek pada presentase 0 – 25%, kondisi tenang 25 – 50%, kondisi cemas 50 – 75%, dan pada kondisi tagang yaitu 75 – 100 %.

Tabel 4.4 Persentase Tingkat Stres Setiap Pasien

No.	Nama Pasien	Kondisi	Tingkat Stres (%)	Keterangan
1	Andre	Tegang	78.527088036117	Tegang 100%
		Tegang	80.703883495146	
		Tegang	80.112137203166	
		Tegang	75	
		Tegang	75	
2	Ari	Cemas	55.577873918418	Cemas 100%
		Cemas	55.494505494506	
		Cemas	58.303698435277	
		Cemas	62.5	
		Cemas	59.166666666667	
3	Dandi	Tenang	41.941852852116	Tenang 100%
		Tenang	40.917412530513	
		Tenang	48.322510822511	
		Tenang	46.472911963883	
		Tenang	46.450617283951	
4	Dian	Tenang	30.89378238342	Tenang 100%
		Tenang	27.226775956284	
		Tenang	25	
		Tenang	26.677489177489	
		Tenang	34.891304347826	
5	Fery	Tenang	48.322510822511	Tenang 80%, Cemas 20%
		Tenang	40.953947368421	
		Tenang	48.364252388358	
		Cemas	51.182795698925	
		Tenang	47.20695970696	
6	Gusti	Cemas	51.677489177489	Tenang 60%, Cemas 40%
		Cemas	58.402777777778	
		Tenang	49.441964285714	
		Tenang	46.472911963883	
		Tenang	48.322510822511	

Lanjutan **Tabel 4.4**

No.	Nama Pasien	Kondisi	Tingkat Stres (%)	Keterangan
7	Hatim	Cemas	57.783772981615	Cemas 100%
		Cemas	52.226775956284	
		Cemas	53.311373092927	
		Cemas	51.677489177489	
		Cemas	53.527088036117	
8	Irwan	Cemas	58.491847826087	Cemas 100%
		Cemas	58.491847826087	
		Cemas	50	
		Cemas	53.527088036117	
		Cemas	50	
9	Isky	Tenang	37.5	Tenang 100%
		Tenang	37.5	
		Tenang	37.5	
		Tenang	48.322510822511	
		Tenang	37.5	
10	Prayogo	Tenang	30.577873918418	Tenang 80%, Rileks 20%
		Tenang	40.491452991453	
		Tenang	28.223453908985	
		Tenang	26.182795698925	
		Rileks	23.980686695279	
11	Rikho	Rileks	12.5	Rileks 100%
		Rileks	19.296116504854	
		Rileks	21.875	
		Rileks	22.957516339869	
		Rileks	22.957516339869	
12	Syafiq	Cemas	62.5	Cemas 100%
		Cemas	62.5	
		Cemas	62.5	
		Cemas	62.5	
		Cemas	65.570175438596	
13	Umi	Cemas	62.5	Cemas 100%
		Cemas	62.5	
		Cemas	53.527088036117	
		Cemas	53.936637390213	
		Cemas	52.886940749698	
14	Ummi	Tenang	46.472911963883	Tenang 100%
		Tenang	44.606598984772	
		Tenang	47.614503816794	
		Tenang	42.750347705146	
		Tenang	46.554669703872	

Lanjutan **Tabel 4.4**

No.	Nama Pasien	Kondisi	Tingkat Stres (%)	Keterangan
15	Yusnanda	Tenang	37.5	Tenang 100%
		Tenang	37.5	
		Tenang	37.5	
		Tenang	29.807692307692	
		Tenang	28.445330296128	

Dari 15 subjek yang telah diuji dengan setiap subjek dilakukan 5 kali pengambilan data diperoleh hasil seperti pada tabel 4.4 yaitu terdapat 1 subjek kondisi tegang pada kelima pengambilan data sehingga dapat diketahui bahwa subjek 100% kondisi tegang. 5 subjek dengan masing – masing 5 kali pengambilan data didapati semuanya dalam kondisi tenang atau 100% kondisi tenang, 5 subjek dengan masing – masing 5 kali pengambilan data didapati semuanya dalam kondisi cemas atau 100% kondisi cemas, 1 subjek dengan kelima pengambilan data menunjukkan 100% kondisi rileks, 1 subjek pada kelima pengambilan data terdapat 4 kali kondisi tenang dan 1 kali kondisi cemas sehingga dapat dikatakan kondisinya 80% tenang, 20% cemas. 1 subjek pada kelima pengambilan data terdapat 2 kali kondisi cemas dan 3 kali kondisi tenang sehingga dapat dikatakan 40% cemas, 60% tenang. 1 subjek pada kelima pengambilan data terdapat 4 kali kondisi tenang dan 1 kali kondisi rileks sehingga dapat dikatakan kondisinya 80% tenang, 20% rileks.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan dan pembuatan sistem diagnosa stres dan rekam medis digital berbasis *Internet of Things*, hasil akhir dari data yang didapatkan dilanjutkan dengan analisa maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut sensor suhu yang digunakan berjenis digital yaitu *output* sensor suhu merupakan suhu aktual yang sudah terkalibrasi dalam satuan °C. Banyaknya keringat yang dihasilkan berpengaruh pada konduktansi kulit, yaitu ketika tubuh semakin berkeringat maka kemampuan kulit dalam menghantarkan listrik juga meningkat. Pengujian terhadap 15 subjek dengan masing – masing subjek 5 kali pengambilan data sensor meliputi sensor suhu, konduktansi kulit dan detak jantung sistem berhasil mengirim dan menyimpan data di *database* dengan persentase 100%. Dari 15 subjek terdapat 12 subjek dengan hasil diagnosa tingkat stres pada kondisi yang sama dari 5 kali pengambilan data, 1 subjek 100% tegang, 5 subjek 100% cemas, 5 subjek 100% tenang, dan 1 subjek 100% rileks sehingga dapat disimpulkan sistem dapat bekerja dengan presentase $(12/15) \times 100\% = 80\%$. Untuk menampilkan hasil pengolahan diagnosa tingkat stres dan rekam medis pasien menggunakan website dan juga pasien dapat mengakses hasil rekam medisnya melalui perangkat android.

5.2 Saran

Dalam perancangan dan pengerjaan penelitian tugas akhir ini masih terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan lagi di kemudian hari. Untuk itu agar pengembangan selanjutnya dapat lebih maksimal lagi, maka berikut beberapa saran yang dapat dikembangkan yaitu, tingkat stres yang diukur hanya berdasarkan respon fisiologis sedangkan stres yang timbul juga memiliki respon terhadap psikologis untuk itu diperlukan sensor yang dapat mengetahui perubahan psikologis seperti sensor kamera untuk mengetahui gestur tubuh atau sensor gelombang otak *Electroencephalography* (EEG), Pada sistem *software* dapat ditambahkan sistem *geotagging* untuk memetakan tingkat stres dari suatu wilayah.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pradhipta Kresna H., Susijanto Tri R., and Madha Christian W, “Rancang Bangun Alat Pengukur Tingkat Stres Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” STIKOM Surabaya, 2015.
- [2] McQuade, Walter, Stress: Apakah stres itu, Bagaimana stres mempengaruhi kesehatan kita, Bagaimana mengatasi stres, Erlangga, 1987.
- [3] Alberto de Santos Sierra, Carmen Sánchez Ávila, Gonzalo Bailador del Pozo, Javier Guerra Casanova, “Stress Detection by means of Stress Physiological Template”, Group of Biometrics, Biosignals and Security GB2S, Polytechnical University of Madrid.
- [4] Moeen Hassanali, Alex Page, Tolga Soyata, Gaurav Sharma, Mehmet Aktas, Gonzalo Mateos, Burak Kantarci, Silvana Andreescu, “Health Monitoring and Management Using Internet-of-Things (IoT) Sensing with Cloud-based Processing: Opportunities and Challenges”, IEEE International Conference on Services Computing, 2015.
- [5] Bart Smet, Psikologi Kesehatan, Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia, 1994.
- [6] N. Widanti and S. S. Budi Sumanto, “Stress Level Detection using Heart Rate, Blood Pressure, and GSR and Stress Therapy by Utilizing Infrared” Universitas Gadjah Mada, 2015.
- [7] <http://www.spengetahuan.com/2016/07/31-macam-jenis-hormon-manusia-beserta-fungsinya-lengkap.html> diakses pada tanggal 28 Mei 2018.
- [8] Toshiyo Tamura, Yuka Maeda, Masaki Sekine, Masaki Yoshida, “Wearable Photoplethysmographic Sensors—Past and Present”, Osaka Electro-Communication University, Faculty of Biomedical Engineering, 2014.
- [9] http://www.psychlab.com/hardware_skinConduct.html diakses pada tanggal 3 Juni 2018.
- [10] Edi Suwanto. Alat Pendeteksi Parameter Stres Manusia Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. Semarang: Politeknik Negeri Semarang, 2012.

- [11] Yohanes Andri Wijaksono, Kemalasari, Ir., MT, and Ir. Rika Rokhana, MT., “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Gsr Dan Detak Jantung,” PENS-ITS, 2011.
- [12] Rara Arini Pristantini, “Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Suhu, GSR dan Detak Jantung,” Univ. Jember, 2015.
- [13] Dogan Ibrahim and Kadri Buruncuk, “Heart Rate Measurement From The Finger Using A Low-Cost Microcontroller,” East Univ. Fac. Eng. TRNC.
- [14] Alberto de Santos Sierra, Carmen Sanchez Avila, Javier Guerra Casanova, and Gonzalo Bailador del Pozo, “A Stress-Detection System Based on Physiological Signals and Fuzzy Logic,” IEEE Trans. Ind. Electron., 2011.
- [15] <https://pulsesensor.com/pages/open-hardware> diakses pada tanggal 28 Mei 2018.
- [16] Hindra Kurniawan, Alexandr V. Maslov, Mykola Pechenizkiy “Stress Detection from Speech and Galvanic Skin Response Signals”, Department of Computer Science, TU Eindhoven, the Netherlands, 2013.

LAMPIRAN

Program Diagnosa Stres PHP

```
//gsr
$x->addMember($x->getInputName(0),'Rileks', 0, 2, 3 ,LINFINITY);
$x->addMember($x->getInputName(0),'Tenang' , 2, 3, 4 ,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getInputName(0),'Cemas' , 3, 4, 5,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getInputName(0),'Tegang' , 4, 5, 25,RINFINITY);

//bt
$x->addMember($x->getInputName(1),'Tegang' , 20, 33, 34 ,LINFINITY);
$x->addMember($x->getInputName(1),'Cemas' , 33, 34, 35 ,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getInputName(1),'Tenang' , 34, 35, 36,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getInputName(1),'Rileks' , 35, 36, 50,RINFINITY);

//hr
$x->addMember($x->getInputName(2),'Rileks', 60, 70, 80 ,LINFINITY);
$x->addMember($x->getInputName(2),'Tenang' , 70, 80, 90 ,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getInputName(2),'Cemas' , 80, 90, 100,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getInputName(2),'Tegang' , 90, 100, 150,RINFINITY);

$x->SetOutputNames(array('stress'));
$x->addMember($x->getOutputName(0),'Rileks',0, 12.5 ,25 ,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getOutputName(0),'Tenang',25, 37.5 , 50,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getOutputName(0),'Cemas',50, 62.5 , 75 ,TRIANGLE);
$x->addMember($x->getOutputName(0),'Tegang',75, 87.5 , 100 ,TRIANGLE);
$x->clearRules();

$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Rileks AND hr.Rileks THEN stress.Rileks');
//rule_01
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Rileks AND hr.Tenang THEN stress.Rileks');
//rule_02
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Rileks AND hr.Cemas THEN stress.Tenang');
//rule_03
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Rileks AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_04
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Tenang AND hr.Rileks THEN stress.Rileks');
//rule_05
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Tenang AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_06
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Tenang AND hr.Cemas THEN stress.Tenang');
//rule_07
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Tenang AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_08
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Cemas AND hr.Rileks THEN stress.Tenang');
//rule_09
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Cemas AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_10
```

```

$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Cemas AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_11
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Cemas AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_12
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Tegang AND hr.Rileks THEN stress.Tenang');
//rule_13
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Tegang AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_14
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Tegang AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_15
$x->addRule('IF gsr.Rileks AND bt.Tegang AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_16
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Rileks AND hr.Rileks THEN stress.Rileks');
//rule_17
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Rileks AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_18
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Rileks AND hr.Cemas THEN stress.Tenang');
//rule_19
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Rileks AND hr.Tegang THEN stress.Tenang');
//rule_20
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Tenang AND hr.Rileks THEN stress.Tenang');
//rule_21
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Tenang AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_22
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Tenang AND hr.Cemas THEN stress.Tenang');
//rule_23
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Tenang AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_24
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Cemas AND hr.Rileks THEN stress.Cemas');
//rule_25
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Cemas AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_26
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Cemas AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_27
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Cemas AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_28
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Tegang AND hr.Rileks THEN stress.Tenang');
//rule_29
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Tegang AND hr.Tenang THEN stress.Cemas');
//rule_30
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Tegang AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_31
$x->addRule('IF gsr.Tenang AND bt.Tegang AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_32
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Rileks AND hr.Rileks THEN stress.Tenang');
//rule_33
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Rileks AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_34
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Rileks AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_35

```

```

$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Rileks AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_36
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Tenang AND hr.Rileks THEN stress.Tenang');
//rule_37
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Tenang AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_38
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Tenang AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_39
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Tenang AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_40
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Cemas AND hr.Rileks THEN stress.Cemas');
//rule_41
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Cemas AND hr.Tenang THEN stress.Cemas');
//rule_42
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Cemas AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_43
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Cemas AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_44
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Tegang AND hr.Rileks THEN stress.Cemas');
//rule_45
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Tegang AND hr.Tenang THEN stress.Cemas');
//rule_46
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Tegang AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_47
$x->addRule('IF gsr.Cemas AND bt.Tegang AND hr.Tegang THEN stress.Tegang');
//rule_48
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Rileks AND hr.Rileks THEN stress.Tenang');
//rule_49
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Rileks AND hr.Tenang THEN stress.Tenang');
//rule_50
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Rileks AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_51
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Rileks AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_52
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Tenang AND hr.Rileks THEN stress.Tenang');
//rule_53
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Tenang AND hr.Tenang THEN stress.Cemas');
//rule_54
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Tenang AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_55
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Tenang AND hr.Tegang THEN stress.Cemas');
//rule_56
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Cemas AND hr.Rileks THEN stress.Cemas');
//rule_57
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Cemas AND hr.Tenang THEN stress.Cemas');
//rule_58
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Cemas AND hr.Cemas THEN stress.Cemas');
//rule_59
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Cemas AND hr.Tegang THEN stress.Tegang');
//rule_60

```

```

$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Tegang AND hr.Rileks THEN stress.Cemas');
//rule_61
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Tegang AND hr.Tenang THEN stress.Cemas');
//rule_62
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Tegang AND hr.Cemas THEN stress.Tegang');
//rule_63
$x->addRule('IF gsr.Tegang AND bt.Tegang AND hr.Tegang THEN stress.Tegang');
//rule_64

```

Program Python Raspberry Pi

```

#!/usr/bin/env python
import os
import threading
import urllib2
from pulsesensor import PulseSensor
import time
import spidev

# Open SPI bus
spi = spidev.SpiDev()
spi.open(0,0)
spi.max_speed_hz=1000000

def ReadChannel(channel):
    adc = spi.xfer2([1,(8+channel)<<4,0])
    data = ((adc[1]&3) << 8) + adc[2]
    return data

def ConvertVolts(data,places):
    volts = (data * 3.3) / float(1023)
    volts = round(volts,places)
    return volts

def read(ds18b20):
    location = '/sys/bus/w1/devices/' + ds18b20 + '/w1_slave'
    tfile = open(location)
    text = tfile.read()
    tfile.close()
    secondline = text.split("\n")[1]
    temperaturedata = secondline.split(" ")[9]
    temperature = float(temperaturedata[2:])
    celsius = temperature / 1000
    fahrenheit = (celsius * 1.8) + 32
    return celsius, fahrenheit

# Define sensor channels
gsr_channel = 1

```

```

def sendDataToServer():
    p = PulseSensor()
    p.startAsyncBPM()

    while True:
        bpmo = p.BPM
        print ("BPM : %d" %bpmo)
        bpm = "%d" %bpmo

        gsr_level = ReadChannel(gsr_channel)
        gsr_kalib = gsr_level - 150.001
        gsr_volts = ConvertVolts(gsr_level,2)
        gsr_res = ((1024+2*gsr_kalib)*10000/(512-gsr_kalib))
        gsr_cond =(float (1) /float (gsr_res))
        gsr_out = 1000000*gsr_cond
        print "GSR: %0.3f u mho" %gsr_out
        gsr = "%0.3f" %gsr_out

        ds18b20 = '28-0317001365ff'
        suhu_out = read(ds18b20)[0]
        print "suhu: %0.3f C" %suhu_out
        suhu = "%0.3f" %suhu_out

        urllib2.urlopen("http://why-stress.000webhostapp.com/rd/senddb2.php?
jantung1="+bpm+"&skin1="+gsr+"&temperature1="+suhu+"&id=1").read()

        time.sleep(1)

sendDataToServer()

```

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BIOGRAFI PENULIS



Wahyu Irfan Basori, dilahirkan di Jombang, pada tanggal 18 Mei 1994. Telah menempuh pendidikan di SDN Tanggung Kramat 2000 – 2006, SMPN 1 Tembelang 2006 – 2009, SMAN Ploso 2009 – 2012, dilanjutkan program studi Diploma 3 Teknik Telekomunikasi – Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) tahun 2012 – 2015. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang strata 1 (S1) melalui program lintas jalur di Fakultas Teknologi Elektro (FTE) – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), program studi Teknik Elektronika pada tahun 2016.

